# ACTES DU COLLOQUE

**Avec le soutien des partenaires suivants :**

adiut
ASSEMBLÉE DES DIRECTEURS D'IUT

iut BAYONNE PAYS BASQUE

UNIVERSITÉ DE PAU ET DES PAYS DE L'ADOUR

# Table des matières

**Relire avec des " lunettes logistiques " la contribution de Jared Diamond sur le processus historique d'expansion des sociétés humaines, Fouché Adèle [et al.]** **1**

**Mes meilleurs ennemis ? La coopétition dans le processus de territorialisation des filières. Le cas des microbrasseries gersoises., Latouille Ophélie [et al.]** **5**

**Le rôle de la qualité de vie et des conditions de travail dans l'attractivité des emplois, Juban Jean-Yves [et al.]** **8**

**Conception de Liquides Ioniques Biosourcés (LIBIOS) des nouveaux solvants verts, Yeo Doféré [et al.]** **11**

**L'index de l'égalité professionnelle F/H : quelles entreprises de Nouvelle-Aquitaine s'y conforment ?, Espinasse Laura [et al.]** **14**

**Faire sentir ou percevoir l'odeur : en quête de figuration dans la création publicitaire de parfums, Fontanari Rodrigo** **17**

**Robotisation de la pose de briques de terre : Une approche LowTech-HighTech propice au développement de solutions durables pour le domaine de la construction, Furet Benoit** **20**

**Entre préoccupations pro-environnementales et achat de produits de luxe, les jeunes hésitent-ils?, Plichon Véronique [et al.]** **23**

**Le retour du transport de marchandises à la voile : entre idéaux managériaux et nécessaire pragmatisme, Camman Christelle [et al.]** **26**

**La communication responsable en restauration rapide : un engagement vers une alimentation durable ou une simple stratégie promotionnelle ?, El Nar Chadi** **29**

**Charge optimale d'une batterie par une éolienne Convertisseur Buck-Boost avec commande analogique ou numérique, Frugier Fabrice** **32**

**Encapsulation d'un principe actif par une technique d'auto-assemblage pour le traitement des cancers, Couturaud Benoit [et al.]** **35**

**Les migrations. Débats et controverses dans les espaces publics contemporains, Samè Johanne** **38**

**Les photo-bioréacteurs à membranes immergées pour la culture de microalgues et l'extraction de leurs composés extracellulaires, Massé Anthony [et al.]** **41**

**Antécédents à la résistance à l'usage des outils numériques chez les salariés. Apports pour la vulnérabilité numérique., Bardin Laure [et al.]** **44**

**La Cli-Fi - Des scénarii du pire et un nouveau champ d'études fictionnelles, Atzenhoffer Régine** **47**

**Représentation de la fréquence en fonction du temps d'un signal à l'aide d'un smartphone et d'une flute à coulisse, Barille Regis** **50**

**Analyse et Modélisation des Comportements des Étudiants dans un Environnement d'Apprentissage : Approches par Clustering et Réseaux de Neurones récurrents, Erritali Mohammed [et al.]** **53**

**Détection de l'état de fatigue chez les jeunes joueurs de tennis de table par apprentissage supervisé, Delumeau Thibault [et al.]** **56**

**Déplacés climatiques et migration environnementale : la construction d'un récit médiatique par une chaîne d'information en continu, l'exemple de BFMTV., Vimbert Raphaëlle** **59**

**Nouvelles formes de travail via les plateformes numériques - Aspects juridiques, Julien Mathilde** **62**

**Optimisation de la synthèse chimique d'un antibiotique phosphoré : le Déhydrophos, Maffei Michel** **65**

**Mesure de la vitesse instantanée par la démodulation, Bonnardot Frédéric** **68**

**Une approche thérapeutique holistique et pluridisciplinaire de type méthode MBC : une solution pour les patients qui souffrent de troubles du comportement alimentaire ?, Gheysens Lili** **71**

**Réglementation et économie circulaire : quels défis pour des emballages durables dans l'industrie automobile ?, Fulconis François [et al.]** **74**

**Stratégies de croissance pour l'élargissement de substrats de diamant CVD fortement dopé au bore orienté (113), Achard Jocelyn [et al.]** **77**

**Développement d'un moteur Ericsson à piston liquide libre pour valorisation de chaleur fatale, Stouffs Pascal [et al.]** **80**

**Territorialisation du système de santé français et participation des acteurs locaux. L'exemple d'un groupe multi partenarial de recherche-action sur la santé globale dans le Roannais., Poisat Jacques** **83**

**Affect et biais cognitifs au cœur du réseau socionumérique TikTok : une exploration de #BookTok, Bigey Magali** **86**

**Les fibres de lin: une solution alternative pour la réduction de la fissuration des mortiers de revêtement?, Pouani Constant [et al.]** **89**

**Une approche pour évaluer l'alignement opérationnel entre les processus métier et leur applicatifs logiciels, Tamzalit Dalila** **92**

**Simulation d'un réseau de neurones artificiels pour la détection de motifs biologiques en temps réel, Bailly Landry [et al.]** **95**

**Le Festival de Cannes et le secteur cinématographique : étude des transformations du champ organisationnel et impact sur les professions, Lacoste Grégoire** **98**

**Un nouveau dopant : le Germanium, El Mechyly Khaoula [et al.] 101**

**Maintenance de cartes pour la navigation de robots mobiles en environnements non structurés pour une compréhension spatiale à long terme, Dannaoui Abdel Raouf [et al.] 104**

**Intégration des énergies renouvelables au bâtiment de l'IUT de Paris Pajol : Vers une autonomie énergétique durable, Nzoundja Fapi Claude [et al.] 107**

**L'agir communicationnel au service de la construction de connaissances, mis en œuvre dans le cadre d'une démarche participative en territoires auvergnats., Agbessi Eric [et al.] 110**

**Dire le réseau : faire réseau? Retour critique sur une démarche de recherche action sur la prévention et la prise en charge des pratiques addictives sur le territoire Nantes Nord., Lamy Aurélia [et al.] 115**

**Candidature stratégique lors d'élections : sensibilité des règles de vote à score, Serais Jérôme 118**

**l'empowerment du consommateur : marchés modernes vs marchés traditionnels, Gallouj Camal 121**

**L'étude d'une Entreprise à Mission dans le secteur de l'habitat social : déployer la raison d'être, une étude de cas dans les Alpes de Haute Provence, Chauvin Beatrice 124**

**" Smart-Oasis " : Développement et validation d'un réseau IoT pour la supervision environnementale en zone blanche., Niasse Baye Birama [et al.] 127**

**L'apprentissage salvateur : de l'émergence à la matérialisation d'un discours de transition sociétale, Koeberle Pascal 130**

**Intégration de la réalité virtuelle dans les formations en IUT : Enjeux, défis et perspectives à travers le projet PulvERGO en Hygiène, Sécurité et Environnement, Mauvoisin Mélanie [et al.] 133**

**Abattement du phosphore en station de traitement des eaux usées à lit planté de roseaux : cas de l'installation pilote de l'IUT de Brest, Dulaquais Gabriel [et**

al.] 136

Dynamique non linéaire et stabilité des corps rigides en rotation autour d'un point fixe, Santana Murillo [et al.] 139

Les risques des entreprises à mission, Sassolas Delphine 142

ChatGPT et SAE : perceptions, pratiques et IAptitudes en IUT, Boutin Eric [et al.] 145

Regard juridique sur les dix ans de la loi relative à l'économie sociale et solidaire., Caron Mathilde [et al.] 148

Dialogues enseignement-recherche au service de l'apprentissage des étudiants : Le cas de l'outil TIPS, Loup Stéphanie [et al.] 151

Extraction et caractérisation des bactériocines produites par le complexe d'espèces Ralstonia solanacearum, Caly Simbou Eva 154

Vers des Lasers ultraviolets plus performants : la croissance de fibres monocristallines de borates par microgoutte pendante, Cochez Marianne 157

Un système Cyber-Physique autonomique au service de l'Éducation 4.0 : répondre aux défis de la transformation numérique des institutions académiques, Evain Nicolas [et al.] 160

Gamification et réalité augmentée pour la valorisation du patrimoine immatériel : une expérience immersive Corso-Provençale, Stara Yannick [et al.] 163

Fabrication d'une photocathode pour la production d'H par photo-électrodéposition de MoS2 sur ITO ou TiO mésoporeux, Massin Julien [et al.] 166

Développement d'un convertisseur à haut rendement pilotant un système de stockage d'énergie renouvelable permettant de garantir un système électrique plus flexible, Yachouti Rida 169

Impact d'une programmation thermique embryonnaire sur le métabolisme hépatique des canards mulards dans un contexte de protocole d'engraissement

sans gavage, Houssier Marianne 172

Développement d'un framework de suivi et d'évaluation de l'impact à travers un data warehouse semantique pour les méta-organisations, Combier Clément [et al.] 175

Tachymétrie par rétrodiffusion ultrasonore, démodulation analogique, acquisition via PyVisa en Python, Maréchal Pierre [et al.] 178

Caenorhabditis elegans, un modèle utilisé pour le criblage de microbiotes fromagers à effet santé, Bonnet Muriel [et al.] 181

Utilisation des vésicules extracellulaires comme biomarqueurs pronostiques de la réponse au traitement dans le cancer de la prostate, Gaspar Lopes Jeanne [et al.] 184

Application de prétraitements aux procédés de séchage de macroalgues, Le Loeuff Jeanne [et al.] 187

L'Intelligence Artificielle au service de la Gestion des Connaissances : Evolutions et défis, Lancini Agnes 190

Le défi des stations de montagne face au dérèglement climatique : présentation d'un projet d'étude exploratoire sur la transition des stations Hautes-Pyrénéennes, Cassely Ludovic [et al.] 193

Élimination du Bleu de Méthylène par Adsorption sur Biochar dérivé de Résidus Solides de l'Industrie Oléicole, Bakhtaoui Yassmina [et al.] 196

Le succès du webtoon en France : une industrie culturelle entre opportunité et opportunisme, Rio Florence [et al.] 199

L'impact de l'intelligence artificielle sur le développement académique: une exploration de l'usage de ChatGPT chez les étudiants de GACO en France, Zarrouki Imene 203

Attentats de Paris du 13 novembre 2015. Quel concernement chez des témoins et journalistes ?, Martin Corinne 206

**Les usages de la sociologie sur le terrain d'enquête : jeux et enjeux de positionnement, Guérandel Carine 209**

**Epidémiologie des eaux usées : Identifier les pathogènes présents dans les eaux usées grâce au séquençage métagénomique à haut-débit., Wallet Clémentine [et al.] 212**

**Aide au diagnostic de maladies neurologiques : Quantification de biomarqueurs dans le Liquide Céphalo-Rachidien, Bonose Myriam [et al.] 215**

**Effet du type de courant sur la dégradation des électrodes lors du soudage par résistance par point, Pouvreau Cédric [et al.] 218**

**Mesures locales des propriétés mécaniques de l'alliage à haute entropie CoCrCuFeNi, Djemia Philippe [et al.] 221**

**Vers de nouveaux modèles de partage de l'information, Munier Manuel [et al.] 224**

**Influence du processus émotionnel dans l'apprentissage des utilisateurs apprenants en Réalité Virtuelle (VR), Reiter Alan [et al.] 227**

**Pics pour les séries statistiques multivariées., Ryckelynck Philippe 230**

**Extraction des composés volatils des feuilles de sequoia sempervirens, Latorre Loïc [et al.] 233**

**Intégration de sous-ensembles réaffectés dans un processus de conception: une expérimentation en BUT1 GMP, De La Morinerie Pierre [et al.] 236**

**Développement d'une chaine logistique d'hydrogène en Corse : approche d'optimisation multi-critères, Moustapha Mai Tchougoune 239**

**TECH'NOMAD, permis de médiation scientifique et technologique, Mousseau Pierre [et al.] 242**

**Compréhension des mécanismes sensoriels et neuronaux impliqués lors de la prise alimentaire chez les canards, Lasserre Marie [et al.] 245**

**Variabilité invariabilité des pratiques effectives de recrutement des étudiants néo-entrants en IUT, Specogna Antonietta [et al.] 248**

**Transformer l'essai de l'alternance en logistique et supply chain, Ageron Blandine [et al.] 251**

**Modèle hybride pour la détection automatique de similitude entre marques, Jourdan Astrid [et al.] 254**

**Profils Force-Vitesse et Accélération-Vitesse : deux outils de mesures de la performance, Noel Cédric 257**

**Utilisation de la déformation plastique de métaux afin d'optimiser des hydrures pour réservoirs à hydrogène sous forme solide, Massion Roxane [et al.] 260**

**Extraction des fibres de Furcraea Foetida (choca) par rouissage, Caillet Hélène [et al.] 263**

**IDEALITRAD : Localisation intuitive des appareils connectés pour soutenir l'autonomie, avec traduction multilingue., Albane Saadia [et al.] 266**

**Approche couplée VAE et interpolateur pour l'émulation rapide d'images hyperspectrales, Ben Azizi Chedly [et al.] 269**

**Estimation de la permittivité relative d'un sol à partir de mesures de sonde TDR à l'aide d'un algorithme génétique, Neveux Philippe 272**

**La fin du VIH : une réalité envisageable?, Loustau Thomas [et al.] 275**

**Oscilloscope numérique USB utilisé comme une carte d'acquisition versatile et programmable : spécification des erformances en association avec un Raspberry PI, Sayed Ahmed Nour [et al.] 279**

**L'homophilie des profils de bien-être au travail dans le contexte d'équipes de travail, Szymkowiak Sophie [et al.] 282**

**Le déja là dans la transmission de la compétence argumenter en France et en**

**Roumanie, Garcia Arnaud** **285**

**TranSipedia.org : Une plateforme web pour l'analyse à grande échelle de données de séquençage haut débit du Transcriptome Humain, Commes-Maerten Therese** **288**

**Synthèse d'une résine phénolique biosourcée en vue de la production de revêtement du bois, Senhaji Youness** **291**

**La construction de la satisfaction client lors de l'achat de vêtements de seconde main en boutique : interactions entre qualité perçue, expérience d'achat et engagement éthique, Lartigue Véronique** **294**

**s12y : Développement d'applications durables, Le Goaer Olivier** **297**

**ECOFLOC: outil de mesure énergétique multi-composants, Valera Humberto [et al.]** **300**

**Robots de téléprésence dans un contexte éducationnel, Gallon Laurent** **303**

**Logiciel libre pour le suivi énergétique de bâtiment, Lavayssière Camille [et al.]** **306**

**COSYciels : des progiciels et un observatoire pour nourrir des regards croisés sur l'infrastructure COSY, Nodenot Thierry [et al.]** **310**

**Liste des auteurs** **313**

# Relire avec des « lunettes logistiques » la contribution de Jared Diamond sur le processus historique d'expansion des sociétés humaines

Adèle Fouché[1] François Fulconis[2,*] Gilles Paché[3,*]
fouche.ad@gmail.com francois.fulconis@univ-avignon.fr gilles.pache@univ-amu.fr

[1] Faculté d'Économie et de Gestion
Aix-Marseille Université
Laboratoire CERGAM

[2] IUT d'Avignon
Département PEC
Avignon Université
Laboratoire JPEG

[2] IUT d'Aix-Marseille
Départements TC Aix & Marseille
Aix-Marseille Université
Laboratoire CERGAM

*Les auteurs avec la marque * sont auteurs correspondants.*

**Thèmes –** *Économie – Gestion – SHS*

**Résumé –** *Jared Diamond est un chercheur mondialement renommé pour ses travaux en écologie et biologie évolutive. Membre de prestigieuses académies, il a publié plus de 600 articles et plusieurs ouvrages. Son ouvrage de référence analyse les facteurs de la domination de certaines sociétés humaines, intégrant des perspectives interdisciplinaires pour expliquer l'histoire. Jared Diamond souligne l'importance des réseaux commerciaux et des infrastructures dans le développement des civilisations. Sans la citer nommément, il démontre comment la logistique, essentielle pour la production et la distribution des ressources, a façonné les sociétés les plus prospères. L'agriculture, créant des excédents alimentaires, a permis la division du travail et le développement de systèmes complexes d'échange. Jared Diamond explore également les aspects sombres de la logistique, notamment son rôle dans les guerres et la propagation des maladies. L'analyse conduite souligne que la gestion des ressources et la logistique sont cruciales pour la stabilité des sociétés humaines, offrant des leçons pertinentes pour les défis contemporains à relever, liés à la mondialisation et au changement climatique.*

**Mots-Clés –** *Excédents alimentaires, Histoire, Logistique, Sociétés humaines*.

**Section CNU pour cet article –** *06*

## 1 Introduction

Jared Diamond (né en 1937), professeur de géographie et de physiologie à l'Université de Californie à Los Angeles, est mondialement réputé pour ses travaux dans les domaines de l'écologie et de la biologie évolutive, ainsi que pour ses études novatrices sur les oiseaux de Papouasie-Nouvelle-Guinée, à la suite de 17 expéditions lui ayant notamment permis de redécouvrir l'oiseau-fleur à front doré de Nouvelle-Guinée, disparu depuis des décennies. Membre de la National Academy of Sciences, de l'American Academy of Arts and Sciences et de l'American Philosophical Society, il est l'auteur de plus de 600 articles scientifiques et de vulgarisation, et de plusieurs livres. Les travaux de Jared Diamond sont reconnus pour la riche vision interdisciplinaire qu'ils véhiculent, intégrant des perspectives biologiques, géographiques, historiques et anthropologiques en vue d'expliquer les grandes tendances d'évolution du comportement humain en s'appuyant pour cela sur les sciences naturelles non expérimentales [1].

Son œuvre la plus célèbre, lauréate du prestigieux prix Pulitzer en 1998, est *Guns, germs, and steel: The fates of human societies* [2], traduit en français sous le titre *De l'inégalité parmi les sociétés : Essai sur l'homme et l'environnement dans l'histoire* [3]. Elle explore les facteurs ayant conduit à la domination de certaines sociétés humaines sur d'autres au fil des siècles. Bien que Jared Diamond [2, 3] se concentre sur l'étude des sociétés anciennes et prémodernes, sa contribution offre l'opportunité d'explorer des enjeux logistiques contemporains associés à la mondialisation, au changement climatique et à la gestion durable des ressources. Les leçons tirées des sociétés anciennes et prémodernes peuvent éclairer des stratégies actuelles pour gérer ces enjeux, sachant que la logistique, pour Jared Diamond, englobe les aspects pratiques de la production et de la distribution de ressources nécessaires à la survie et à l'expansion des sociétés humaines.

## 2 Maîtrise de la circulation

Dans la conclusion de leur ouvrage de référence consacré à la logistique, Daniel Tixier *et al.* [4] notaient avec justesse qu'elle « déploie son emprise sur l'ensemble de l'activité économique et sociale au moyen de réseaux (de marchandises, d'informations) tout à la fois capillaires (tous les espaces, tous les acteurs sont touchés) et polarisés (un organe coordonnateur et régulateur s'impose) ». Force est d'admettre que Jared Diamond [2, 3] s'inscrit *chemin faisant* dans une telle perspective managériale en soulignant l'importance des réseaux commerciaux qui ont permis la circulation des biens, des technologies et des idées, stimulant l'innovation et la croissance économique. Les sociétés humaines ayant développé des réseaux d'échange efficaces ont souvent déployé un avantage significatif par rapport aux sociétés plus isolées, notamment dans un cadre insulaire. Pour cela, elles ont su pas à pas se doter d'infrastructures et de systèmes de communication particulièrement performants. Les routes, canaux et ports sont autant de composants logistiques permettant de maintenir l'unité et la cohérence des grandes civilisations.

Pour Jared Diamond [2, 3], la *maîtrise de la circulation* au sein de vastes espaces géographiques joue un rôle clé dans la diffusion des innovations. Ainsi, les axes Est-Ouest du continent eurasiatique ont permis une diffusion plus facile des cultures, des technologies et des idées, comparés aux axes Nord-Sud des Amériques et de l'Afrique. Cette diffusion facilitée est une dimension essentielle du management logistique au service des sociétés humaines : la capacité à transporter des biens, des idées et des personnes sur de longues distances, de manière efficace et efficiente, est cruciale pour leur développement. Jared Diamond [2, 3] souligne ici le lien étroit entre innovation technologique et logistique dans la mesure où les innovations technologiques telles que la roue ou la voile transforment les capacités logistiques des sociétés, c'est-à-dire la manière dont elles produisent, distribuent et consomment les ressources.

Comme l'indiquent Daniel Tixier *et al.* [4], une maîtrise de la circulation (logistique) exige toutefois la présence d'organes coordonnateurs, et Jared Diamond [2, 3] n'ignore pas une telle réalité dans son étude des sociétés humaines. Il discute ainsi comment des structures centralisées ont permis une gestion plus efficace des ressources, la mise en place de systèmes de taxation et la coordination de grands projets infrastructurels. Une infrastructure parfaitement développée et entretenue facilite non seulement le commerce et l'échange de biens, mais aussi la gouvernance de vastes territoires, comme Kyle Harper [5] a pu le démontrer pour l'Empire romain, avant son effondrement sous la pression des forces de la nature (notamment la propagation d'épidémies). En bref, la capacité à administrer efficacement un empire géographiquement étendu dépend fortement de compétences et ressources logistiques en matière de communication, mais aussi de transport et de stockage, tout particulièrement de biens alimentaires.

## 3 Création et usage des excédents alimentaires

Toute société agraire concentre son économie principalement sur l'agriculture et la culture de grands espaces, ce qui la distingue fondamentalement de la société de chasseurs-cueilleurs, ne produisant pas sa propre nourriture, et de la société horticole, produisant sa nourriture dans de petits jardins. La transition de la chasse et de la cueillette à l'agriculture permet une production alimentaire plus stable et prévisible [6], ce qui est essentiel pour assurer la survie de populations plus importantes, et pour permettre la division du travail. Dans son ouvrage, Jared Diamond [2, 3] souligne l'importance de l'agriculture dans le développement des sociétés complexes, et il met en lumière la place essentielle de la domestication des plantes et des animaux – une forme singulière de management logistique des ressources biologiques – pour générer des excédents alimentaires à la base de la civilisation. Une attention particulière est portée aux animaux de trait dans la logistique des sociétés anciennes et prémodernes. Les chevaux, les bœufs et les chameaux, par exemple, ont révolutionné le transport des biens et des personnes, augmentant considérablement la capacité des sociétés humaines à interagir sur de longues distances, en s'émancipant plus aisément d'espaces confinés.

La gestion proprement dite des excédents alimentaires renvoie à une question logistique cruciale. En effet, les excédents alimentaires permettent non seulement de nourrir une population croissante, mais aussi de stocker des réserves pour les périodes de disette et de nourrir des classes non productrices, comme les artisans, les soldats et les administrateurs. L'intérêt de la contribution de Jared Diamond [2, 3] est d'explorer comment certaines sociétés ont pu développer des systèmes plus efficaces de stockage et de distribution des excédents alimentaires, leur donnant un avantage significatif sur d'autres sociétés. À la suite de ses recherches consacrées à l'effondrement d'anciennes civilisations [7], Jared Diamond [2, 3] prend le soin de s'intéresser à la gestion des ressources naturelles, y compris les sols, l'eau et les forêts, un autre aspect critique pour générer et sauvegarder des excédents alimentaires. Les sociétés humaines ayant su exploiter ces ressources de manière durable ont le plus souvent prospéré, tandis que celles qui les ont surexploitées ont décliné.

En bref, la capacité à gérer efficacement les ressources naturelles – y compris agricoles – est essentielle pour la stabilité à long terme de toute société humaine. Elle peut même être source précieuse de résilience face à de potentielles catastrophes anthropiques, comme le note Jared Diamond [2, 3], par exemple avec la présence de stocks alimentaires (excédents) de sécurité pour éviter la survenue de famines. L'histoire nous apprend ainsi que la capacité à se préparer et à répondre efficacement aux aléas climatiques, qu'il s'agisse de sécheresse ou d'inondation, est une question logistique cruciale, mais parfois ignorée. Or, les sociétés anciennes et prémodernes disposant de systèmes logistiques robustes de réponse aux aléas climatiques ont souvent été mieux à même de survivre et de se rétablir rapidement après des crises [2, 3].

## 4 Ne pas sous-estimer une « face sombre »

Il serait toutefois maladroit de passer sous silence la lecture critique que Jared Diamond [2, 3] fait de la face sombre de la logistique, ce qui correspond à un courant vivace de la recherche sur les *dark sides* (voir par exemple Buyng-Gak Son *et al*. [8]). Son analyse indique comment la logistique est au service de guerres et de conquêtes, en indiquant comment la capacité à mobiliser, approvisionner et déplacer des armées détermine l'issue des conflits au fil des siècles. Les empires ayant maîtrisé la logistique militaire ont étendu leur influence et maintenu leur domination sur de vastes territoires. Ceci explique que les armes et la technologie militaire soient également un thème majeur dans la contribution de Jared Diamond [2, 3]. La supériorité militaire a permis à certaines sociétés humaines de conquérir durablement des espaces parfois périphériques, en jouant sur la production, la distribution et l'utilisation efficace des armes, autrement dit une remarquable organisation des flux.

Une autre face sombre de la logistique concerne la propagation des germes et maladies. La question a largement été renseignée dans le cadre de différentes épidémies de peste, notamment la peste noire du XIV$^{e}$ siècle et la peste de Marseille au XVIII$^{e}$ siècle [9, 10], dont la diffusion est fortement liée au transport de biens à travers les océans. Jared Diamond [2, 3] note que les maladies infectieuses, souvent propagées par des contacts entre différentes populations humaines et animales, ont eu des effets dévastateurs sur les sociétés dépourvues de résistances immunitaires, à l'image des Incas et Aztèques décimés par la variole apportée par les *conquistadors* espagnols. Or, il n'est pas sûr que la capacité à gérer la logistique de la santé publique, pour comprendre, prévenir et traiter les maladies, ait été historiquement à la hauteur des enjeux en présence. De ce point de vue, nul doute qu'un parallèle avec la pandémie de Covid-19 pourra être fait, ainsi que le suggère fort opportunément Jacques Colin [10].

## 5 Conclusion

Même si elle n'est pas explicitement mobilisée et nommée, la logistique occupe une place centrale dans la contribution de Jared Diamond [2, 3]. Ses analyses de la géographie, de l'agriculture, des excédents alimentaires, des maladies, des armes, des infrastructures, des ressources naturelles, des réseaux commerciaux et de l'innovation technologique soulignent toutes, à des degrés divers, comment les aspects pratiques associés à la gestion des biens et des personnes ont façonné le destin de l'Humanité. Jared Diamond [2, 3] nous donne ainsi à voir une perspective *globale* et *intégrée* des facteurs ayant permis à certaines sociétés humaines de prospérer tandis que d'autres ont décliné, mettant en lumière l'importance cruciale de la logistique dans l'histoire des civilisations. Cet effort réflexif ouvre sans conteste des avenues de recherche de première importance pour les sciences de gestion et du management.

## Références


[1] Roth, R. (2012). Scientific history and experimental history. *Journal of Interdisciplinary History*, 43(3), 443-458.

[2] Diamond, J. (1997). *Guns, germs, and steel: The fates of human societies*. New York: W.W. Norton.

[3] Diamond, J. (2000). *De l'inégalité parmi les sociétés : Essai sur l'homme et l'environnement dans l'histoire*. Paris : Gallimard.

[4] Tixier, D., Mathe, H., & Colin, J. (1983). *La logistique au service de l'entreprise : Moyens, mécanismes et enjeux*. Paris : Dunod.

[5] Harper, K. (2021). *Comment l'Empire romain s'est effondré : Le climat, les maladies et la chute de Rome*. Paris : La Découverte.

[6] Pryor, F. (1986). The adoption of agriculture: Some theoretical and empirical evidence. *American Anthropologist*, 88(4), 879-894.

[7] Diamond, J. (2005). *Collapse: How societies choose to fail or succeed*. New York: Penguin Books.

[8] Son, B.-G., Kim, H., Hur, D., & Subramanian, N. (2021). The dark side of supply chain digitalisation: Supplier-perceived digital capability asymmetry, buyer opportunism and governance. *International Journal of Operations & Production Management*, 41(7), 1220-1247.

[9] Audoin-Rouzeau, F., & Vigne, J.-D. (1997). Le rat noir (*Rattus rattus*) en Europe antique et médiévale : Les voies du commerce et l'expansion de la peste. *Anthropozoologica*, 25-26, 399-404.

[10] Colin, J. (2021). Peste de Marseille (1720) et COVID-19 (2020) : Deux fléaux de civilisation portés par la mondialisation et les développements de la logistique. In Naciri, A., & Paché, G. (Eds.), *Penser le Maroc logistique : Une perspective pluridisciplinaire*. Aix-en-Provence : Presses Universitaires d'Aix-Marseille, 351-387.

# Mes meilleurs ennemis ? La coopétition dans le processus de territorialisation des filières. Le cas des microbrasseries gersoises.

Ophélie Latouille[1] Geoffroy Labrouche[2] Mikaël Akimowicz[3,*]
ophelie.latouille@univ-tlse2.fr geoffroy.labrouche@univ-tlse2.fr mikael.akimowicz@iut-tlse3.fr

[1] Université Toulouse Jean Jaurès
Laboratoire LISST

[2] Université Toulouse Jean Jaurès
Laboratoire LEREPS

[2] IUT de Toulouse Paul Sabatier
Laboratoire LEREPS

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Sociologie – Gestion - Economie*

**Résumé –** La structuration de filières agroalimentaires territorialisées représente un levier d'adaptation aux changements environnementaux. Souvent portées par des micro-entreprises, la question des mécanismes de structuration se pose dans une tension permanente entre compétition et coopération pour accéder aux ressources. Dans le cas du Gers, une filière microbrassicole se développe depuis une vingtaine d'années. A travers l'étude de ce cas, l'article entend montrer comment les logiques de coopétition contribuent au développement et à la résilience de la filière.

**Mots-Clés –** *Coopétition, Structuration de filière, Territorialisation, Microbrasseries.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *19, 06, 05.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

# 1 Introduction

Les filières territorialisées, sources d'adaptation et d'atténuation aux dérèglements climatiques, sont souvent portées par des firmes de petite taille, certes considérées comme flexibles et adaptables, mais qui font face à des contraintes d'accès aux ressources. Dans ces entreprises, l'entrepreneur, souvent à la fois propriétaire et gestionnaire [1], encastré dans une multiplicité d'univers qui met à l'épreuve ses compétences [2], doit mobiliser les meilleures combinaisons aux bons moments.

Pour les petites entreprises rurales, la difficulté d'accès aux ressources est accentuée. Cependant, dans l'agroalimentaire, la proximité géographique à la ressource agricole offre davantage de ressources, mais peut se révéler néfaste si le territoire n'est pas suffisamment structuré et dynamique [Ibid.]. L'aventure entrepreneuriale est aujourd'hui confrontée aux perspectives de gestion plus collective des ressources qui se traduit par une coopétition – la simultanéité de comportements coopératifs et compétitifs pour des bénéfices mutuels [3].

Dans le Gers, une filière microbrassicole se développe depuis 2006 portée par des démarches entrepreneuriales individuelles dans un contexte global de retour à l'artisanat, souvent à proximité des villes, en réponse à l'industrialisation et à la standardisation du secteur.

# 2 Revue de la littérature

## 2.1 La gouvernance des ressources

L'émergence et la structuration des filières agroalimentaires reposent sur une articulation de ressources privées, collectives et publiques [4]. La littérature économique a notamment mis en évidence une complémentarité de mécanismes formels et informels qui assurent la bonne coordination des acteurs à travers la définition d'espaces de partage de l'information, d'espaces de délibération collective, ou encore la mise en place de sanctions.

Les ressources mobilisées par les acteurs, aussi bien matérielles qu'immatérielles, peuvent être organisées en 7 capitaux différents selon un continuum de tangibilité. Le concept de capital est ici entendu comme un élément qui octroie une forme de pouvoir à son possesseur sur les individus qui n'en disposent pas ou pas autant [5]. La nature privée, collective ou publique de ces capitaux/ressources est au final le résultat de la confrontation des systèmes de valeurs des acteurs [6].

## 2.2 La coopétition pour faciliter l'accès aux ressources

Les phénomènes de coopétition doivent être étudiés spécifiquement car ils posent des questions managériales singulières [7]. À la recherche de rentes, la firme adopte un comportement syncrétique articulant comportements agressifs et coopératifs. Alors que la coopétition offre un potentiel de création de valeur supérieur à des pratiques purement collaboratives entre firmes non concurrentes, elle expose également à des risques accrus qui peuvent toutefois être réduits par la mise en place de règles et de normes partagées [8].

Les comportements coopétitifs des micro-firmes sont assez peu explorés [9]. Pour ces auteurs, les micro-firmes développent une gouvernance informelle des relations de coopétition. Dans ce type de firmes, les relations de coopétition semblent être gérées à un niveau individuel, sous l'influence à la fois des ressources limitées, mais également des caractéristiques du dirigeant [Ibid.].

# 3 Méthode et données

Une campagne d'entretiens s'est déroulée auprès de 12 des 16 microbrasseurs gersois. Les participants ont été invités à narrer leur histoire, afin d'esquisser les parcours de vie qui mènent à cette carrière d'indépendant.

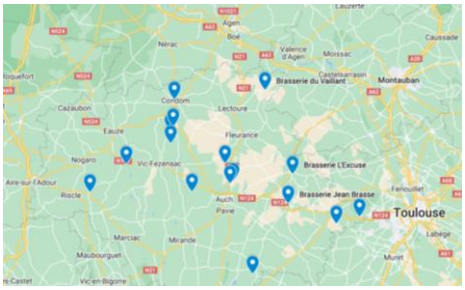



Figure 1 – Localisation des brasseries gersoises

Une analyse thématique a permis de retracer le parcours biographique des microbrasseurs (trajectoires professionnelles, résidentielles, familiales…). Une deuxième phase de codage a ensuite permis de mieux appréhender les stratégies de chacun en discernant les comportements de coopération et de compétition. La méthode des « tas » [10] a permis un regroupement fonction de critères (volume de brassage, ancienneté, ventes…) pour aboutir à plusieurs profils-typiques.

# 4 Résultats

## 4.1 Structurer une filière brassicole dans le Gers

Le Gers n'est pas historiquement un département brassicole. Ses caractéristiques créent pourtant un contexte favorable à l'expansion et aux entrepreneurs pionniers qui, de fait, font face à une concurrence plus limitée. Alors que le caractère rural du département facilite l'installation, la taille limitée du marché, exacerbée par un plafond de verre du marché des bières artisanales qui semble se situer autour de 10% des ventes, complique la structuration d'une filière tirant parti de la proximité immédiate des activités agricoles associées

(orge, houblon). La coopétition se traduit par davantage de coopération pour la structuration de la filière en amont de l'étape de brassage et davantage de compétition pour l'accès aux marchés en aval de l'étape de brassage.

### 4.2 S'organiser autour d'enjeux sociaux et écologiques

Chaque participant fait d'une manière générale le pari d'engagements forts : malts labellisés bio, juste rémunération des producteurs d'orge, réduction de l'empreinte carbone, participation à la structuration de la filière brassicole locale… Tous les interrogés souhaitent inclure des valeurs en faveur de l'économie locale et de la planète dans la création de leurs produits, et plus largement dans le développement de la filière. Les démarches pro-environnementales sont les marqueurs les plus fréquemment cités. Au-delà des choix individuels, les initiatives collectives collaboratives sont souvent évoquées. Dans tous les cas, la majorité des initiatives des interrogés représentent une contribution à l'économie locale et/ou à sa circularisation, favorisant les échanges entre entrepreneurs et consommateurs de proximité.

### 4.3 Des collectifs organisés au niveau régional

Plusieurs collectifs, structurés à diverses échelles, permettent aux brasseurs de défendre leurs intérêts et valeurs. Il n'existe cependant pas de coordination formalisée à l'échelle du Gers. C'est parfois la possibilité de co-développement et de mise en relation lorsque les brasseurs collaborent pour le développement de produits ou de technologies, en partageant conseils pratiques, ressources matérielles, relationnelles et institutionnelles. Pour prendre des parts de marché au secteur industriel, un projet d'achat groupé d'embouteilleuse automatique mise à la disposition de tous les adhérents a vu le jour. Cependant des risques d'exclusivité liés à la vision entrepreneuriale des candidats semblent marquer le fonctionnement de ces collectifs.

### 4.4 Le défi de l'identification au niveau local

Au niveau local, des formes de collaboration plutôt informelles semblent coexister. Des alliances stratégiques ont pu voir le jour, cette association entre deux brasseurs le temps d'un été pour faire face à des capacités de production trop petites pour satisfaire la demande pour l'un et une trop faible demande pour l'autre. Le réseau professionnel brassicole gersois apparaît comme ponctué de sentiments ambivalents. Alors que l'intensité concurrentielle s'accroît, les achats de bière souffrent des arbitrages budgétaires des ménages. Face à ces tensions, certains font preuve d'enthousiasme, d'entraide, alors que d'autres sont plutôt las voire fortement dépités de la tournure individualiste que prend le secteur.

## 5 Conclusion

Les résultats montrent que les acteurs de la filière microbrassicole gersoise mobilisent une variété de ressources matérielles (foncier accessible) et immatérielles (caractère local de la production) pour consolider leur activité. L'activation de ces ressources fait place à des dynamiques de coopétition qui semblent plus aisées en amont de l'activité de brassage qu'en aval où les conditions d'accès au marché laissent entrevoir davantage de tensions. La taille de ces entreprises apparaît comme une réelle contrainte pour la mise en place d'initiatives commerciales significatives et les alliances stratégiques à ce niveau-là, balbutiantes, restent rares.

Alors que la transition agroécologique semble reposer sur la capacité du secteur de la transformation alimentaire à s'adapter à une production agricole de moins en moins standardisée, les opportunités offertes par une coopétition saine entre PME pourrait contribuer à la viabilité des démarches entrepreneuriales territorialisées.

## 6 Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude aux brasseurs pour leur participation et au LABEX SMS pour le financement du projet CAMRA.

## Références

[1] Torrès, O., Julien, P.A. (2005). Specificity and denaturing of small business. *International Small Business Journal*, 23(4), 355-377.

[2] Zalio, P.P. (2007). Les entrepreneurs enquêtés par les récits de carrières : De l'étude des mondes patronaux à celle de la grammaire de l'activité entrepreneuriale. *Sociétés Contemporaines*, 68(4), 59-82.

[3] Brandenburger, A.N., Nalebuff, B.J. (1996). *Coopetition*. Currency Doubleday, New York.

[4] Allaire, G. (2019). L'ambivalence des communs. *Développement Durable et Territoires*, 10(1), 1344.

[5] Bourdieu, P. (2011). The forms of capital (1986). In: Szeman, I., Kaposy, T. (Eds) *Cultural theory: An anthology*. Hoboken, NJ, Wiley-Blackwell: 81-93.

[6] Buchs, A., Baron, C., Froger, G., Peneranda, A. (2020). Communs (im)matériels : enjeux épistémologiques, institutionnels et politiques. *Développement Durable et Territoires*, 11(2).

[7] Battista Dagnino, G., Le Roy, F., & Yami, S. (2007). La dynamique des stratégies de coopétition. *Revue Française de Gestion*, 176, 87-98.

[8] Bresser, R.K., Harl, J.E. (1986). Collective strategy: vice or virtue?. *Academy of Management Review*, 11(2), 408-427.

[9] Granata, J., Lasch, F., Le Roy, F., Dana, L.P. (2018). How do micro-firms manage coopetition? A study of the wine sector in France. *International Small Business Journal*, 36(3), 331-355.

[10] Demazière, D., Dubar, C. (2004). *Analyser les entretiens biographiques L'exemple des récits d'insertion*. Presses de l'Université Laval

# Le rôle de la qualité de vie et des conditions de travail dans l'attractivité des emplois

Jean-Yves Juban[1,*] jean-yves.juban@univ-grenoble-alpes.fr

Christelle Martin-Lacroux[2] christelle.martin-lacroux@univ-grenoble-alpes.fr

[1] IUT de Valence
Laboratoire CERAG, Université Grenoble Alpes

[2] IUT2 de Grenoble
Laboratoire CERAG, Université Grenoble Alpes

*L'auteur avec la marque * est auteur correspondant.*

**Thèmes –** *Économie - Gestion*

**Résumé –** *Des entreprises d'un territoire, qui mêle des zones rurales et touristiques et une zone plutôt industrialisée et située autour de grands axes de communication nationaux, sont regroupées au sein d'un club d'entreprises. Elles partagent ainsi leurs expériences et, sous l'impulsion du président du club qui est aussi le dirigeant d'une entreprise industrielle du secteur de la chimie, elles ont décidé en 2020 de lancer un projet visant un double objectif. Il s'agissait de travailler sur le levier de la qualité de vie et des conditions de travail (QVCT) pour rendre les emplois proposés plus attractifs d'une part, et de repérer, enrichir et diffuser les bonnes pratiques de QVCT d'autre part. Nous avons pu les accompagner, à leur demande, sur le second volet de l'étude en réalisant un travail de recherche sur les représentations de la QVCT liées aux métiers et aux entreprises de ce territoire. C'est ce travail qui est présenté dans notre article.*

**Mots-Clés –** *Qualité de vie et conditions de travail (QVCT) – Satisfaction des salariés – Attractivité des emplois – Partage d'expériences*

**Section CNU pour cet article –** *06*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Introduction

Les entreprises du territoire étudié peinent à recruter : que ce soit en raison de difficultés de *sourcing* de candidatures, d'inadéquation des candidatures aux besoins des entreprises (qualifications de faible niveau), d'attractivité des emplois proposés (organisation du temps de travail atypique, saisonnalité). L'implantation dans les zones rurales peut également constituer un handicap dans la mesure où l'éloignement d'un centre-ville et des grands axes de transport est vecteur de frein au flux de candidats.

En parallèle, les attentes des salariés évoluent : l'équilibre vie personnelle / vie professionnelle, la préservation de sa santé et de son bien-être, un salaire confortable apparaissent aujourd'hui comme les priorités de nombreux salariés.

## 2 Une recherche à partir d'une commande

Un club d'entreprises du territoire a développé un projet, entre 2020 et 2023, sur le levier de la qualité de vie et des conditions de travail (QVCT) pour rendre les emplois proposés plus attractifs d'une part et pour repérer, enrichir et diffuser les bonnes pratiques de QVCT d'autre part. Nous avons noué un partenariat avec ce club autour du second volet de leur projet. Notre travail a consisté à réaliser une recherche sur la question des représentations de la QVCT liées aux métiers et aux entreprises du territoire dans le but de repérer les leviers d'actions pour agir sur les difficultés de recrutement et améliorer leur attractivité. Plus précisément, il a consisté en la réalisation d'enquêtes (une nationale et une locale) pour comprendre et analyser la réalité et les mécanismes à l'œuvre dans la fidélisation des salariés et l'attractivité des entreprises.

## 3 Les deux étapes de notre recherche

Dans ce contexte, le projet de recherche s'est déroulé en deux étapes. Une étape quantitative menée au niveau national. Nous avons utilisé, pour tenter de la valider dans le contexte français, l'échelle *Work Related Quality of Life* [1] qui sert pour capter les dimensions de la QVCT dans leur intégralité. Nous avons cherché à estimer l'importance de chaque dimension de la QVCT pour les salariés français ainsi que le niveau de satisfaction des salariés concernant chacune de ces dimensions. Nous avons, enfin, mobilisé les dimensions de la QVCT dans une perspective d'attractivité des candidats.

Cette étude nationale a servi de base de référence, dans un objectif de comparaison pour l'étude locale réalisée par la suite.

La seconde étape fut une étude qualitative menée au niveau local. 30 entretiens ont été réalisés avec des demandeurs d'emploi et des jeunes inscrits en Mission Locale. Les réponses recueillies sur présentation des pages QVCT que nous avions rédigées et mises en forme pour le compte d'une entreprise, fictive mais représentative de celles du territoire, ont permis d'estimer l'importance des dimensions de la QVCT qui avaient été analysées dans l'étude quantitative.

## 4 L'analyse quantitative : une approche par l'Analyse Importance Performance

Nous avons sélectionné un échantillon de 402 participants grâce à la société Creatests®. Des questions filtres ont permis de sélectionner uniquement des salariés du privé en activité ; ont été exclus les agents de la fonction publique, les travailleurs indépendants, les inactifs et les demandeurs d'emploi. Cette pratique de collecte de données est de plus en plus utilisée pour obtenir des échantillons dans le domaine du marketing et du comportement organisationnel, en raison de la qualité des résultats obtenus, comparables à ceux obtenus sur des échantillons de convenance, qui constituent l'essentiel des données empiriques recueillies dans le domaine du comportement organisationnel. Les caractéristiques de l'échantillon sont résumées dans le tableau 1.

TABLEAU 1. CARACTERISTIQUES DE L'ECHANTILLON

| Variables | Caractéristiques |
|---|---|
| Sexe | F : 50.5% ; H : 49.5% |
| Age | Moyenne = 43.15 ; Ecart-type = 10.25 ; min = 19 ; max = 65 |
| Niveau d'étude | Sans diplôme : 1.5% ; Pré-bac : 12.9 % ; Bac : 20.4% ; Bac+2 : 46.5% ; Bac+4 et plus : 18.7% |
| Expérience professionnelle (nombre d'années) | Moyenne : 21.09 ; Ecart-type = 10.16 ; min = 1 ; max = 43 |

L'échelle de mesure utilisée est traduite et adaptée de la *Work-Related Quality of Life* (WRQoL) [2] qui comprend 23 items sur une échelle de Likert en 7 points, le niveau 7 correspondant à « tout à fait d'accord ». L'échelle est constituée de 6 dimensions : l'équilibre vie professionnelle / vie personnelle, les conditions de travail, la satisfaction en lien avec l'emploi et la carrière, le niveau d'autonomie, le stress au travail, et le bien-être en général. Nous avons ajouté un facteur Rémunération, extrait de l'échelle de Bietry et Creuzier [3] sur le bien-être au travail.

L'analyse importance-performance a été mobilisée dans cette étude pour mettre en évidence le pouvoir explicatif de chaque dimension de la QVCT sur la QVCT globale et le score de satisfaction de chaque dimension.

Les participants à l'étude attribuent un niveau élevé d'importance aux conditions de travail, à la satisfaction emploi-carrière en termes de QVCT globale ; ils sont assez satisfaits sur ces deux dimensions de l'échelle QVCT. Concernant leur rémunération, elle est perçue comme une dimension de la QVCT peu satisfaisante mais importante.

Les salariés paraissent moins satisfaits concernant leur niveau d'autonomie au travail et ne le considèrent pas comme une dimension importante en termes de QVCT. Les résultats indiquent qu'ils sont moins satisfaits en

termes de stress au travail et d'équilibre vie professionnelle / vie personnelle ; ces deux déterminants apparaissant peu importants en termes de QVCT.

## 5 L'analyse qualitative : le fruit de 30 entretiens avec des demandeurs d'emploi

Notre objectif était de rencontrer 30 personnes en situation de recherche d'emploi et nous l'avons atteint. Nous ne sélectionnions pas les répondants puisque nous demandions à tous ceux qui entraient dans l'agence de Pôle Emploi (aujourd'hui France Travail) que nous avions retenue au cœur du territoire s'ils accepteraient de nous répondre.

Les entretiens ont duré en moyenne 13 minutes, pendant lesquelles nous présentions au répondant 2 pages de présentation d'une entreprise fictive mais réaliste par rapport à l'économie du territoire et 2 pages choisies parmi 6 sur des déterminants de la QVCT (rémunération, conditions de travail, stress, autonomie, formation et carrière, équilibre vie professionnelle / personnelle). Nous avons retenu les mêmes déterminants que dans l'enquête nationale. Les personnes interrogées étaient prévenues que l'entreprise n'existait pas.

La population rencontrée présentait les caractéristiques suivantes (tableau 2) :

TABLEAU 2. CARACTERISTIQUES DE LA POPULATION (30)

| Variables | Caractéristiques |
|---|---|
| Sexe | F : 18 ; H : 12 |
| Niveau d'étude | Pré-bac : 12 ; De bac à bac+3 : 12 ; Bac+3 et plus : 12 |
| Situation / emploi | Recherche active : 15 ; Alternance CDD/chômage : 7 ; Activité à temps très partiel : 5 ; En formation : 3 |

Les 30 répondants étaient tous en recherche d'emploi. Ils furent exposés chacun à 2 pages différentes présentant les déterminants de la QVCT (2 parmi 6), nous avons au final collecté 10 réponses pour chacun des 6 déterminants.

Nos résultats montrent que, parmi les leviers d'action concernant la QVCT, les dimensions « Formation et carrière » et « Conditions de travail » suscitent des commentaires positifs. Ce résultat parait cohérent avec les résultats nationaux montrant que cette dimension est importante et satisfaite pour les salariés interrogés. Dans le même ordre d'idée, les dimensions « Autonomie » et « Stress » ne paraissent pas importantes pour les participants locaux. Ce résultat est cohérent avec ceux présentés dans la matrice Importance / Performance.

Concernant la dimension « Rémunération », nos résultats locaux et nationaux présentent des différences : cette dimension est prioritaire en termes d'importance mais peu satisfaite pour les salariés de l'échantillon national alors qu'au niveau local, elle n'appelle pas de réactions positives, suscitant plutôt des sentiments négatifs.

Les répondants à notre étude locale paraissent considérer la dimension « Equilibre vie professionnelle / vie personnelle » comme la plus importante, ce qui n'apparait pas dans l'analyse Importance / Performance. Toutefois, les participants sont méfiants à l'égard des promesses annoncées par l'entreprise, les considérant presque comme irréalistes. Cela doit inviter à la plus grande prudence eu égard à l'alignement des promesses et des pratiques.

## 6 Conclusion

Il convient de noter une différence entre les deux études sur le statut des répondants. L'enquête nationale s'adressait à des personnes en activité. Ce ciblage était volontaire car nous cherchions à tester une liste de déterminants de la QVCT clairement identifiés par la littérature en sciences de gestion, qui porte très majoritairement sur la population des salariés du privé. Nous avons par la suite cherché à l'appliquer à la population des demandeurs d'emploi du territoire étudié. L'étude locale a donc ciblé uniquement des demandeurs d'emploi.

Les enseignements de l'étude nationale sont en partie transposables aux entreprises du territoire qui cherchent à développer leur attractivité en termes d'emploi à partir d'une communication sur leurs pratiques en faveur de la QVCT. Ce qui peut développer la satisfaction des salariés est aussi ce qui peut rendre attractif un emploi pour un chômeur. En font partie, les opportunités offertes en termes de formation et les perspectives de carrières. Les conditions de travail, perçues en termes de sécurité mais aussi de bien-être sont également importantes et sources de satisfaction. La politique de rémunération et les mesures en faveur de l'équilibre vie professionnelle / vie personnelle constituent des leviers d'amélioration sur lesquels les salariés et les demandeurs d'emploi ont des attentes.

Les déterminants de la QVCT relatifs au « Stress » et à « l'Autonomie » ne doivent pas être négligés mais ils n'apparaissent pas comme essentiels dans les critères de choix pour une candidature sur une offre d'emploi. On peut cependant se demander dans quelles mesures une politique qui négligerait ces deux dimensions serait susceptible de fidéliser durablement des salariés qui n'auraient d'autre choix que d'exercer leur profession sous la contrainte et dans un climat de tension ?

## Références


[1] *Van Laar, D., Edwards, J. A., & Easton, S. (2007). « The Work-Related Quality of Life scale for healthcare workers », Journal of Advanced Nursing, vol. 60, n°3, p. 325-333.*

[2] *Easton, S., & Laar, D. V. (2018). User Manual for the Work-Related Quality of Life (WRQoL) Scale : A Measure of Quality of Working Life. University of Portsmouth.*

[3] *Biétry, F., & Creusier, J. (2013). « Proposition d'une échelle de mesure positive du bien-être au travail (EPBET) », Revue de gestion des ressources humaines, vol.87, n°1, p. 23-41.*

# Conception de Liquides Ioniques Biosourcés (LIBIOS) des nouveaux solvants verts

**Doféré YEO**[1]
*dofere.yeo@univ-artois.fr*

**Dr Vincent LEQUART**[1]
*vincent.lequart@univ-artois.fr*

**Pr. Nicolas JOLY**[1]
*nicolas.joly@univ-artois.fr*

**Pr. Patrick MARTIN**[1]
*patrick.martin@univ-artois.fr*

[1]Unite Transformations & Agroresources - ULR7519, Univ. Artois, UniLaSalle, IUT Béthune 62408 Béthune

**Thèmes -** *Chimie Organique – Chimie Biosourcée – Environnement*

**Résumé -** *L'objectif principal de cette thèse est de concevoir des solvants innovants et plus précisément des liquides ioniques, considérés comme des solvants verts en raison de leur respect de certains critères écologiques tels que l'ininflammabilité, la faible toxicité, la facilité de stockage etc. Notre travail se concentre plus spécifiquement sur la synthèse de liquides ioniques biosourcés (LIBIOS), leur caractérisation ainsi que l'exploration de certaines de leurs applications pratiques comme leur utilisation dans l'extraction de molécules d'intérêts à partir de biomasse végétale et la solubilisation de biopolymères (cellulose, amidon etc.).*

*A titre d'exemple, nous présentons ici la synthèse et la caractérisation de deux liquides ioniques biosourcés, le $[GABAC_1][NO_3]$ (nitrate d'ester méthylique de l'acide »-aminobutyrique) et le $[GABAC_1][CH_3COO]$ (acétate d'ester méthylique de l'acide »-aminobutyrique).*

**Mots clés -** *liquide ionique, biosourcé, extraction , solubilisation*

**Section CNU –** *32. Chimie organique, minérale, industrielle.*

**Article présenté à l'oral par un doctorant** : OUI

## 1. Introduction

Les solvants organiques conventionnels tels que les solvants volatils et/ou pétrosourcés offrent la possibilité de bien contrôler, voire d'influencer les réactions chimiques. Ils sont utilisés dans de nombreux domaines du quotidien tels que le dégraissage, le nettoyage, le décapage, l'imprimerie, les adhésifs, les industries chimiques et pharmaceutiques. Cependant l'usage de la plupart d'entre eux est associé à des effets néfastes sur la santé humaine et l'environnement. Ces enjeux écologiques et environnementaux contraignent les chimistes à intégrer la maitrise des risques dans leur procédure de synthèse, d'extraction et de production [1]**.** Dans ce contexte, le développement de solvants verts apparaît comme une alternative prometteuse aux solvants organiques conventionnels.

Depuis l'introduction de la chimie verte en 1990, le développement de solvants auxiliaires moins polluants (solvants verts) est l'un de ces douze principes clés. Parmi les solvants verts développés, figurent les solvants eutectiques, l'eau supercritique, les solvants supramoléculaires, le $CO_2$ supercritique [2] et les liquides ioniques (LIs). Ces derniers possèdent des propriétés similaires à celles des solvants organiques conventionnels, tout en ayant des effets nocifs moindres pour la santé humaine et l'environnement.

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés aux LIs, plus particulièrement les LIs biosourcés (LIBIOS), c'est-à-dire ceux dérivés de matières premières renouvelables comme la biomasse végétale. Sur le plan structurel, les LIs sont constitués de deux entités : l'une, anionique, qui porte une charge négative, et l'autre, cationique qui porte une charge positive (Figure 1). Pour la synthèse de nos LIs, nous utilisons comme sources de charges plus (cations) des dérivés de l'acide γ-aminobutyrique (GABA) qui est un acide aminé biosourcé présent dans certains végétaux (pomme de terre) et des acides biosourcés comme source de charges négatives (anions), tels que l'acide lévulinique, l'acide glycolique, l'acide acétique, l'acide lactique etc.

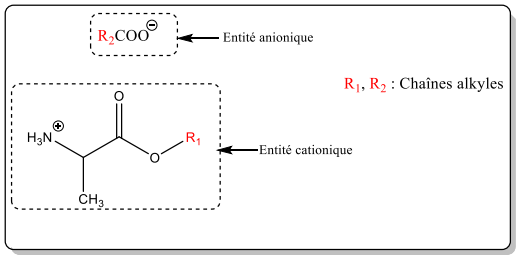



Figure 1 : Structure d'un liquide ionique [3]

Les propriétés des LIs peuvent-être modulées en fonction du choix et/ou des modifications apportées à l'entité anionique ou cationique. Cette adaptabilité leur confère un grand intérêt dans plusieurs domaines d'applications tels que la catalyse [4-6], l'électrochimie [7], les procédés d'extraction et de séparation [7-9], les applications biomédicales et pharmaceutiques [10]. Dans cette étude, nous présentons la synthèse et la caractérisation de deux liquides ioniques.

## 2. Méthodologie de synthèse

La méthode mise en place pour synthétiser les LIs est la réaction d'échange anionique. Cette réaction permet d'obtenir des LIs en deux étapes [11] [(Figure 2). La première étape est une estérification de la fonction acide carboxylique pour former un sel avec un anion halogéné ($Cl^-$). La deuxième étape est une métathèse anionique qui permet de remplacer l'anion halogéné par un anion biosourcé, permettant d'augmenter la stabilité du LI correspondant. En effet, les LIs avec les anions halogénés sont très sensibles à l'humidité et l'air, et ont tendance à se dégrader en présence d'humidité.

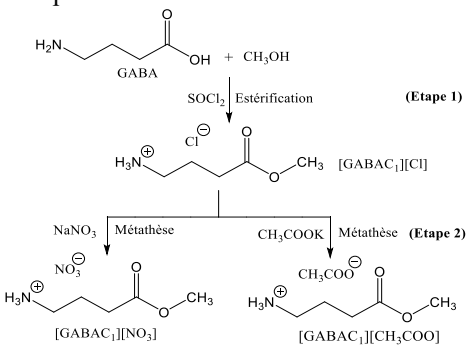



Figure 2 : Schéma de synthèse des liquides ioniques $[GABAC_1][NO_3]$ et $[GABAC_1][CH_3COO]$

La synthèse de chacun de ces composés a été répétée trois fois pour s'assurer de la reproductibilité de la synthèse.

## 3. Résultats

### 3-1. Caractéristiques des composés synthétisés

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques des composés synthétisés, à savoir leur aspect physique à température ambiante (TA) ainsi que le rendement (Rdt) de synthèse.

Tableau 1 : Caractéristiques des composés synthétisés

| Composés | Aspect à TA | Rdt (%) |
|---|---|---|
| $[GABAC_1][NO_3]$ | Liquide visqueux de couleur dorée | 77±3 |
| $[GABAC_1][CH_3COO]$ | Liquide visqueux de couleur jaune | 61±3 |

Comme présenté dans ce tableau, ces composés sont tous liquides à température ambiante. Ils peuvent donc être considérés comme étant des liquides ioniques.

### 3-2. Caractérisations et propriétés physico-chimiques

La stabilité thermique de ces composés a été déterminée par la mesure de leur température de décomposition à l'aide de l'analyse thermogravimétrique (ATG) qui est une technique d'analyse permettant de mesurer la perte de

masse d'un échantillon en fonction de l'augmentation de la température. Les échantillons S1, S2 et S3 correspondent à trois synthèses du même produit ([GABAC$_1$][NO$_3$]) dans les mêmes conditions. Au regard des résultats de la figure 3, il apparait que les températures de décomposition mesurées pour le [GABAC$_1$][NO$_3$] sont du même ordre de grandeur pour les triplicas (S1, S2, S3). En effet, elles sont respectivement de 215±2,5°C , 212±2,5°C, 217±2,5°C pour S1, S2 et S3. Ceci indique que le produit obtenu est identique à chaque synthèse, attestant ainsi de la reproductibilité de cette méthode de synthèse. Cette procédure a ensuite été appliquée pour déterminer la température de décomposition moyenne du composé [GABAC$_1$][CH$_3$COO] qui est de l'ordre de 201±4°C.

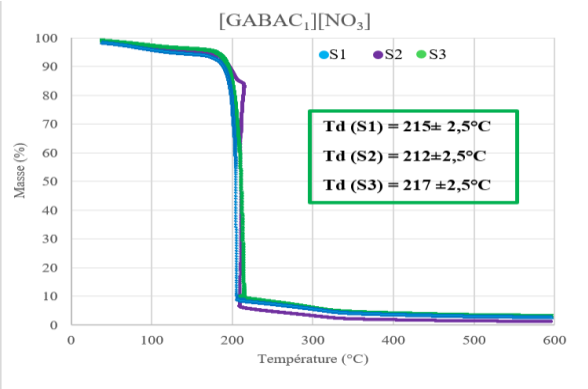



Figure 3 : Analyse thermogravimétrique révélant la température de dégradation de [GABAC$_1$][NO$_3$] pour les synthèses 1, 2 et 3

De plus les températures de décomposition élevées suggèrent que ces composés sont thermiquement stables et pourraient être utilisés dans des réactions nécessitant une température élevée sans risque de dégradation du solvant.

Ces composés ont été caractérisés par les techniques d'analyses usuelles à savoir, la RMN (Résonnance Magnétique Nucléaire), la spectroscopie infrarouge (IR) et l'analyse élémentaire (AE). La combinaison des résultats de ces analyses a permis d'identifier les structures de ces composés confirmant ainsi cette méthode de synthèse.

Comme applications, nous étudions actuellement la capacité de ces deux solvants à solubiliser la cellulose. L'objectif est de pouvoir utiliser ces LIs ionique par la suite pour extraire la cellulose à partir de biomasse végétale.

## 4. Conclusion

Dans ce travail, nous avons synthétisé deux nouveaux liquides ioniques, le [GABAC$_1$][NO$_3$] et [GABAC$_1$][CH$_3$COO] selon la méthode de l'échange anionique, qui est une méthode de synthèse permettant d'obtenir des liquides ioniques en deux étapes. La combinaison des résultats des analyses a permis d'identifier les structures de ces composés, confirmant ainsi la réussite de nos synthèses. Les températures de décomposition moyennes mesurées pour ces composés sont toutes supérieures à 200°C avec respectivement 215±2,5°C pour [GABAC$_1$][NO$_3$] et 201±4°C pour [GABAC$_1$][CH$_3$COO].

## 5. Remerciements

Les auteurs tiennent à exprimer leur profonde gratitude à la Région Hauts-de-France et à l'Université d'Artois pour le financement de cette thèse, ainsi qu'à l'IUT de Béthune hébergeant l'Unité Transformation & Agroressources.

## Références

[1]. Barhdadi R, Courtinard C, Nédélec JY, Troupel M. Room-temperature ionic liquids as new solvents for organic electrosynthesis. The first examples of direct or nickel-catalysed electroreductive coupling involving organic halides. Chem Commun. 2003;(12):1434-5.

[2]. Dai Y, Van Spronsen J, Witkamp GJ, Verpoorte R, Choi YH. Natural deep eutectic solvents as new potential media for green technology. Analytica Chimica Acta. mars 2013;766:61-8.

[3]. Tao G hong, He L, Liu W shan, Xu L, Xiong W, Wang T, et al. Preparation, characterization and application of amino acid-based green ionic liquids. Green Chem. 3 juill 2006;8(7):639-46.

[4]. Guglielmero L, Mezzetta A, Pomelli CS, Chiappe C, Guazzelli L. Evaluation of the effect of the dicationic ionic liquid structure on the cycloaddition of CO2 to epoxides. Journal of CO2 Utilization. 1 déc 2019;34:437-45.

[5]. Padvi SA, Dalal DS. Task-specific Ionic Liquids as a Green Catalysts and Solvents for Organic Synthesis. CGC. 15 mai 2020;7(1):105-19.

[6]. Qiao Y, Ma W, Theyssen N, Chen C, Hou Z. Temperature-Responsive Ionic Liquids: Fundamental Behaviors and Catalytic Applications. Chem Rev. 24 mai 2017;117(10):6881-928.

[7]. Watanabe M, Thomas ML, Zhang S, Ueno K, Yasuda T, Dokko K. Application of Ionic Liquids to Energy Storage and Conversion Materials and Devices. Chem Rev. 24 mai 2017;117(10):7190-239.

[8]. Ventura SPM, e Silva FA, Quental MV, Mondal D, Freire MG, Coutinho JAP. Ionic-Liquid-Mediated Extraction and Separation Processes for Bioactive Compounds: Past, Present, and Future Trends. Chem Rev. 24 mai 2017;117(10):6984-7052.

[9]. Skoronski E, Fernandes M, Malaret FJ, Hallett JP. Use of phosphonium ionic liquids for highly efficient extraction of phenolic compounds from water. Separation and Purification Technology. 1 oct 2020;248:117069.

[10]. Agatemor C, Ibsen KN, Tanner EEL, Mitragotri S. Ionic liquids for addressing unmet needs in healthcare. Bioengineering & Translational Medicine. 2018;3(1):7-25.

[11]. Tao G hong, He L, Sun N, Kou Y. New generation ionic liquids: cations derived from amino acids. Chem Commun. 2005;(28):3562.

# L'index de l'égalité professionnelle F/H : quelles entreprises de Nouvelle-Aquitaine s'y conforment ?

Espinasse Laura[1,*] Laura.espinasse@univ-pau.fr

Quôc Thai Huynh[2,*] quoc.thai.huynh@univ-poitiers.fr

[1] IUT de Bayonne et du Pays Basque
Laboratoire LiREM

[2] IUT de Poitiers
Laboratoire CEREGE

**Thèmes –** *Gestion*

**Résumé –** *La loi du 5 décembre 2018 pour la liberté de choisir son avenir a instauré un index sur 100 points pour renforcer l'égalité professionnelle entre les femmes et les hommes dans les entreprises d'au moins 50 salariés, avec des sanctions financières en cas de non-conformité. Cependant, en 2021-2022, lors de notre étude, de nombreuses entreprises ne s'étaient toujours pas conformées à cette législation. Nous avons donc cherché à comprendre les caractéristiques des entreprises qui respectent cet index en Nouvelle-Aquitaine, en analysant un échantillon de 279 PME[1]-ETI[2]. Nous avons collecté des données financières et organisationnelles pour élaborer un modèle prédictif. Nos résultats à l'échelle régionale ont mis en évidence des différences de profil entre les entreprises qui se sont approprié l'index et les autres.*

**Mots-Clés –** *Index de l'égalité professionnelle F/H, Nouvelle-Aquitaine, PME-ETI*

**Section(s) CNU pour cet article –** *section 06- Sciences de gestion et du management*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –***NON*

[1] Les petites et moyennes entreprises (PME) sont celles qui, d'une part, occupent moins de 250 personnes, d'autre part, ont un chiffre d'affaires annuel n'excédant pas 50 millions d'euros ou un total de bilan n'excédant pas 43 millions d'euros (Décret n° 2008-1354 du 18 décembre 2008 relatif aux critères permettant de déterminer la catégorie d'appartenance d'une entreprise pour les besoins de l'analyse statistique et économique).

[2] Les entreprises de taille intermédiaire (ETI) sont celles qui, d'une part occupent moins de 5 000 personnes, d'autre part, ont un chiffre d'affaires annuel n'excédant pas 1 500 millions d'euros ou un total de bilan n'excédant pas 2 000 millions d'euros (Décret n° 2008-1354 du 18 décembre 2008).

## 1 Introduction

Dans les pays développés, les femmes continuent de gagner moins que les hommes, même à poste égal, malgré des décennies de législations visant à promouvoir l'égalité professionnelle [1] [2]. En France, de nombreuses lois ont été mises en place depuis 1972 (égalité de rémunération) pour réduire ces inégalités, la plus récente étant celle du 5 décembre 2018 pour choisir son avenir professionnel. Cette loi a instauré un index d'égalité professionnelle entre les femmes et les hommes, obligatoire pour les entreprises d'au moins 50 salariés.

En Nouvelle-Aquitaine, nous avons étudié un échantillon de 279 PME et ETI concernées par cette obligation. En 2020, selon le fichier de l'index du ministère du Travail, 48 % de ces entreprises ont déclaré au moins une fois leur score d'égalité professionnelle, tandis que 52 % n'ont pas respecté cette obligation. Ce constat nous a conduits à explorer la problématique suivante : quels sont les profils des entreprises en Nouvelle-Aquitaine qui respectent l'obligation de déclaration de l'index sur l'égalité professionnelle F/H ? Pour y répondre, nous avons étudié notre échantillon en recueillant différents types de données (financières, organisationnelles). En utilisant une régression logistique binaire, nous avons identifié les caractéristiques distinctives des entreprises conformes. Nos résultats révèlent des différences de profil significatives entre les entreprises conformes et celles qui ne le sont pas.

## 2 L'index de l'égalité professionnelle F/H

La politique d'égalité entre les femmes et les hommes dans les entreprises vise à éliminer les inégalités et à rééquilibrer les relations professionnelles [3] [4]. En France, l'index d'égalité professionnelle F/H est une obligation légale depuis 2020 pour toutes les entreprises d'au moins 50 salariés qui doivent publier cet index annuellement. Cet index correspond à un score sur 100 points, calculé à partir de 4 ou 5 indicateurs selon l'effectif de l'entreprise (Table 1).

Un score inférieur à 75 points contraint l'entreprise à publier des mesures de correction sur son site web.

Un score compris entre 75 et 84 points oblige l'entreprise à publier des objectifs de progression sur son site web jusqu'à ce qu'elle obtienne un score d'au moins 85 points.

En cas de non-publication de l'index ou encore en l'absence de fixation d'objectifs de progression, l'entreprise s'expose à une pénalité financière pouvant atteindre 1 % de sa masse salariale annuelle.

Le rapport DARES 2021 [5] [6] souligne que l'index peut être perçu soit comme une simple obligation administrative, soit comme un outil d'action et de diagnostic. Il met en évidence des effets variés tels que la mise en place d'actions ou, au contraire, une fermeture du dialogue social. Les grandes entreprises, souvent mieux équipées, jugent l'index de faible valeur ajoutée. À partir de ce constat, nous avons choisi de concentrer notre attention sur des structures plus modestes. Ainsi, dans notre étude, nous proposons d'explorer les PME et ETI de la région Nouvelle-Aquitaine afin d'analyser les profils de ces entreprises et leur relation avec l'index d'égalité professionnelle.

Table 1 – La composition de l'index F/H

| Entreprise entre 50 salariés à 250 salariés | | Entreprise de plus de 250 salariés | |
|---|---|---|---|
| 1°) Indicateur relatif à l'écart de rémunération entre les femmes et les hommes | 40 points | 1°) Indicateur relatif à l'écart de rémunération entre les femmes et les hommes | 40 points |
| 2°) Indicateur relatif à l'écart de taux d'augmentations individuelles entre les femmes et les hommes | 35 points | 2°) Indicateur relatif à l'écart de taux d'augmentations individuelles entre les femmes et les hommes | 20 points |
| | | 3°) Indicateur relatif à l'écart de taux de promotions entre les femmes et les hommes | 15 points |
| 3°) Indicateur relatif au nombre de salariées augmentées à leur retour de congé de maternité | 15 points | 4°) Indicateur relatif au nombre de salariées augmentées à leur retour de congé de maternité | 15 points |
| 4°) Indicateur relatif à la parité parmi les 10 plus hautes rémunérations | 10 points | 5°) Indicateur relatif à la parité parmi les 10 plus hautes rémunérations | 10 points |
| **Total** | **100 points** | **Total** | **100 points** |

Pour tenter de répondre à notre question visant à dresser un profil, nous avons formulé quatre d'hypothèses :

- H1 : La taille des entreprises est un facteur qui facilite la mise en place de l'index F/H
- H2 : Les entreprises qui communiquent sur la RSE sont plus enclines à mettre en place l'index F/H
- H3 : Les entreprises présentant une exposition internationale (export) ont plus de chances de mettre en place l'index F/H.
- H4 : Les entreprises performantes sont plus enclines à mettre en place l'index F/H.

## 3 Démarche méthodologique

### 3.1 Sélection de l'échantillon et données collectées

La sélection des entreprises a été réalisée en fonction de quatre critères : l'effectif (40 à 4999), le secteur d'activité (excluant les entreprises financières et les holdings) et l'ancrage territorial en Nouvelle-Aquitaine. Pour dresser le profil des entreprises, nous avons collecté des données financières et non financières (organisationnelles). Les données financières de 2007-2021 ont été extraites de la base Diane. En complément, nous avons collecté des informations supplémentaires sur les sites web des entreprises (international, page RSE, entreprise familiale, etc.) afin d'élaborer un profil reposant sur des critères

autres que financiers. Au total, 279 entreprises ont été répertoriées, comprenant 90 % de PME et 10 % d'ETI.

### 3.2 Traitement des données par analyse statistique

Pour notre analyse, nous avons utilisé le logiciel SPSS, un outil spécialisé dans l'analyse statistique. En raison de la nature de nos données à la fois qualitatives et quantitatives, nous avons effectué une régression logistique binaire. Ce choix est renforcé par le fait que les données financières ne suivent pas une loi normale. Ainsi, nous avons examiné la relation entre une variable dépendante binaire (présence ou l'absence de l'index F/H) et plusieurs variables explicatives (la taille de l'entreprise ou la présence d'une page RSE sur leur site internet, etc.). Il est important de souligner que nous n'avons pas testé le score de l'index. En effet, nos variables explicatives ne permettent pas de réaliser le test. Tester le score avec des variables de cette nature n'est pas possible.

## 4 Les résultats : les entreprises de Nouvelle-Aquitaine en conformité

Notre objectif est de déterminer quelles sont les variables caractérisant le profil des entreprises avec un index d'égalité F/H.

### 4.1 Les résultats par hypothèse

Les résultats de H1 montrent que les entreprises plus grandes, en termes d'effectifs, ont effectivement plus de chances d'avoir instauré un index F/H. En moyenne, les entreprises qui mentionnent cet index comptent 282 employés, tandis que celles qui ne le font pas, celles-ci ont en moyenne 131 employés.

Les résultats de H2 montrent que les entreprises qui affichent une politique RSE s'engagent davantage en faveur de l'égalité entre les sexes. Environ 42,1 % des entreprises de l'échantillon qui ont mis en place l'index évoquent cette thématique RSE.

Les résultats de H3 concernant la relation entre l'internationalisation des entreprises et l'index F/H sont liés négativement. H3 n'est pas validée en raison d'un manque de significativité dans les résultats.

Les résultats de H4 reliant la performance économique des entreprises à la mise en place de l'index F/H ne sont pas confirmés. Être une entreprise rentable n'a pas d'impact significatif sur l'adoption de l'index.

### 4.2 Profil des entreprises adoptant l'index F/H

Les entreprises qui adoptent rapidement l'index d'égalité professionnelle F/H sont généralement déjà engagées dans des démarches de Responsabilité Sociale des Entreprises (RSE) et recherchent une reconnaissance publique. Elles se caractérisent par une taille plus importante avec un effectif moyen de 282 employés contre 131 pour celles qui n'adoptent pas l'index. Financièrement, elles ont un chiffre d'affaires moyen plus élevé (73 millions d'euros contre 37 millions), ainsi que des bénéfices moyens supérieurs (1,3 million contre 751, 7 mille euros). Ces entreprises sont généralement établies sur leur marché et présentent une certaine maturité. Toutefois, les entreprises opérant à l'international semblent moins disposées à mettre en œuvre cet index.

## 5 Conclusions

Cet article s'intéresse aux entreprises qui adoptent un outil réglementaire pour l'égalité professionnelle entre les femmes et les hommes. Les résultats montrent que ces entreprises sont généralement matures, cette étude pourrait fournir des indications utiles aux autorités pour mieux cibler leurs contrôles ou ajuster leurs mesures d'accompagnement. Bien que notre étude se concentre sur une région, elle met en lumière l'importance de prendre en compte les spécificités sectorielles et structurelles des effectifs présentant une faible mixité. À ce titre, de nombreuses entreprises se trouvent dans l'impossibilité de calculer l'index. Cette situation souligne également une critique du mode de calcul de l'index dans son application concrète. Finalement, malgré une large acceptation du principe d'égalité, des résistances à la mise en place de l'index persistent, et une étude qualitative pourrait approfondir notre compréhension de ces obstacles.

## Références


[1] Laufer, J. (2014). *L'égalité professionnelle entre les femmes et les hommes*. La Découverte. https://www.cairn.info/l-egalite-professionnelle-entre-les-femmes-et-les--9782707149954.htm

[2] Laufer, J. (2003). Entre égalité et inégalités : Les droits des femmes dans la sphère professionnelle. *L'Annee sociologique*, *53*(1), 143-173. https://shs.cairn.info/revue-l-annee-sociologique-2003-1-page-143?lang=fr

[3] Junter, A. (2004). L'égalité professionnelle entre les femmes et les hommes : Une exigence politique au cœur du droit du travail. *Travail, genre et societes*, *12*(2), 191-202. https://shs.cairn.info/revue-travail-genre-et-societes-2004-2-page-191?lang=fr

[4] Maruani, M. (2010). *Les nouvelles frontières de l'inégalité : Hommes et femmes sur le marché du travail*. La Découverte.

[5] Farvaque N., Pernod-Lemattre M. (coord.) (2021), Étude de la mise en œuvre de l'Index égalité professionnelle dans les entreprises, Rapport d'étude n° 22, DARES, novembre. https://dares.travail-emploi.gouv.fr.pdf

[6] *Briard K, Meluzzi F, Ruault M, Index de l'égalité professionnelle : quel bilan depuis son entrée en vigueur ?* 29 novembre 2021, DARES, Analyses n°68. https://dares.travail-emploi.gouv,,.fr/sites

# Faire sentir ou percevoir l'odeur : en quête de figuration dans la création publicitaire de parfums

Rodrigo Fontanari[1,]
rodrigo.fontanari@u-paris.fr

[1] IUT de Paris – Rives de Seine
Laboratoire CERILAC

**Thèmes –** *Sciences Humaines et Sociales - Lettres - Langues - Communication - Arts*

**Résumé –** En marge de l'enseignement de « Sciences de l'information et de la communication », en troisième année du parcours publicité, ce travail met en circulation mes recherches en sémiotique de l'image et mes pratiques didactiques. Cette étude se donne pour objectif, d'une part, d'approfondir les études concernant le processus de figuration dans la création publicitaire de parfums ; et d'autre part, d'éclairer le rôle et l'importance de la compréhension de concepts sémiologiques dans la création publicitaire, notamment celle de parfums. Nous partons de l'hypothèse que l'image inodore se révèle évocatrice de l'olfactif, ce qui s'explique par la production textuelle des signes en action. Les problématiques centrales sont les suivantes : les images de la publicité de parfum, sont-elles des images plates et inodores ? Quel rapport le parfum entretient-il avec l'image visuelle ?

**Mots-Clés –** *Image visuelle, Image olfactive, Publicité de parfums, Sémiologie.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *18, 71.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Introduction

Ce travail de recherche est développé dans le cadre de la matière « Sciences de l'Information et de la Communication » en troisième année du parcours Publicité de l'IUT de Paris – Rives de Seine. L'objectif est de sensibiliser les étudiants à une pensée visuelle qui n'exclut pas les autres sens corporels [1]. Entre apprendre à décrypter le jeu visuel culturellement codé et trouver des solutions à des situations complexes de communication, l'enseignement cherche à approfondir la réflexion autour des usages et des limites des images médiatiques. Cet article se consacre particulièrement à l'étude du système de figuration dans la publicité de parfums. Quelles correspondances sont possibles entre l'image visuelle et le parfum ? Comment l'odeur peut-elle devenir image ?

## 2 Entre l'abstrait de l'olfaction et la création publicitaire : l'enjeu sémiologique

L'étymologie du mot parfum, construit en latin par deux termes juxtaposés *per* (au-dessous) et *fumum* (fumée), c'est-à-dire, « au-dessous la fumée », suggère son rôle de liaison de l'humain aux divinités [2]. À l'intersection de l'histoire de l'hygiène et du parfum, ce dernier aspire à redéfinir l'apparence (incarnant ainsi des clivages sociaux significatifs) et entreprend de supplanter l'odeur naturelle par une construction olfactive culturelle [3].

Le parfum en tant que seconde peau, semble trouver sa trace dans l'histoire de ce produit, notamment à partir du XX$^{e}$ siècle lorsque de grands couturiers et créateurs français associent la mode à la parfumerie [4], en incluant dans leur collection de vêtements un parfum exclusif tel que *Channel N 5*. En tant que produits odorants singuliers, les parfums s'inscrivent dans une anthropologie de l'olfaction, révélant leur fonction cruciale dans la dynamique des relations humaines et leur connexion au monde sensible [5].

L'odeur perçue évoque une image mentale, en devenant elle-même un *médium* [6], qui encode des souvenirs et permet leur rappel. Il existe alors « un effet madeleine de Proust » à chaque fois qu'on a une perception olfactive. Celle-ci se fond en un seul sens, celui de la mémoire qui « enregistre son contexte sensoriel et émotionnel » [7]. D'ailleurs, dans les racines du verbe latin *olere*, qui renvoie aussi à l'idée « d'indiquer, de laisser percevoir », on retrouve le pouvoir de sentir sous « la forme aérienne le plus intime », « l'atmosphère de quelqu'un » [8].

Les parfums acquièrent ainsi une existence mentale en dehors de leur présence, appelant à l'esprit une image qui les désigne, conférant, même s'ils sont absents, une présence. Cette image remémorée, offre aux parfums une seconde existence : celle d'être signe de quelqu'un ou quelque chose. Le parfum, lui-même, par l'usage que notre société en fait, est reconverti en signe d'une fonction. Il reste à la publicité d'explorer donc le parfum en tant que « fonction signe » [9]. C'est-à-dire que le parfum sert à parfumer le corps, mais aussi à signifier. À travers l'annonce publicitaire, l'odeur, par sa représentation non figurative, se transforme en une image visuelle symbolique qui interprète et contextualise l'expérience sensorielle.

## 3 De la sélection du corpus à la méthodologie d'analyse

Le corpus se compose de 200 publicités extraites des revues féminines *Marie Claire, Elle, Femme Actuelle, Vogue*, aux cours des années 2000 à 2024. Ces annonces, occupant une page entière dans ces magazines, visent un public féminin diversifié (un public toujours associé à l'usage des parfums [10]), segmenté en fonction du revenu, de l'âge. Le choix de ces publicités reste cependant arbitraire.

Étant donné que l'image promotionnelle des parfums possède une longue durée de vie, un échantillonnage couvrant un large espace-temps permet de soutenir davantage notre propos et d'assurer une meilleure représentativité des publicités de parfum en offrant une vue de l'ensemble du phénomène étudié. L'objectif n'était pas d'analyser exhaustivement l'intégralité du corpus, mais de sélectionner quelques exemples significatifs afin d'éclairer plus efficacement notre réflexion.

Ce corpus a été étudié sous l'angle de la sémiologie selon l'approche développée par Roland Barthes dans « Rhétorique de l'image » [11]. Dans cette perspective le sémiologue explore les divers messages transmis par le texte et l'image dénotée (niveau littéral de l'image) ainsi que par l'image connotée (niveau symbolique de l'image). Ce sont ces messages multiples qui seront étudiés dans les annonces publicitaires de parfum, en mettant particulièrement en lumière les connotations délivrées par le discours publicitaire.

### 3.1 Le visuel et l'olfactif, quelle relation possible ?

Dans le cadre de cet article, on retient les deux annonces ci-dessous. Bien que les flacons de parfum soient mis en scène, ils y sont incorporés sous la métonymie du soleil ou de l'eau/glaçon.

Figure 1 – Annonce parfum « Un jardin à Cythère », Hermès, 2024.

Figure 2 – Annonce parfum « eau de Cartier », Cartier, 2000.

L'annonce publicitaire du parfum « Un jardin à Cythère » de la marque Hermès donne corps à l'odeur tout en recourant à une mise en scène simple. Le nom du parfum ainsi que le slogan « Le parfum est son soleil » ancre l'image dans l'espace. Face à l'annonce, en raison même de la prise de vue près du sol, le spectateur se sent rapporté directement dans un jardin de l'île grecque de Cythère. La couleur jaunâtre, évocation lumineuse du soleil, baigne toute la scène et sert à mettre en évidence l'aspect chaud du paysage. Le slogan transforme le parfum, centré dans l'image, en soleil. Le flacon n'est plus ce à quoi il ressemble mais ce qu'il devient : le soleil. L'odeur acquiert donc des qualités sensitives appartenant au soleil en même temps que cette odeur prend tactilement corps, à travers la présence métaphorique d'un souffle d'air. Celui-ci envahit la scène, dont le spectateur se rend compte en raison du léger mouvement penchant vers la gauche des graminées dorées. Tout semble fait, dans cette scène bucolique de l'île, pour que le spectateur puisse entrer dans la scène et s'allonger pour sentir le chaud du soleil et respirer les notes champêtres de ce paysage bucolique.

L'annonce du parfum « Eau de Cartier », très épurée plastiquement, mène le spectateur à se plonger dans l'eau. La scène, sans slogan, avec juste le nom du parfum, suggère beaucoup sur le produit, car construite dans un scénario entièrement en bleu clair (bleu pastel) rappelle l'aspect translucide de l'eau claire. Le flacon, au centre de l'image, est également incolore ressemblant presque à un glaçon ou une goutte d'eau en verre sculptée. Il semble flotter sur l'eau. Les réverbérations du contact entre les deux corps, flacon et eau, sont perçues comme de légères ondulations qui se forment. L'odeur se manifeste à travers la sensation même de fraîcheur dont l'annonce est imprégnée en raison du jeu de couleurs claires et translucides, qui renvoie à l'idée de l'eau fraîche, connotant la pureté de la fragrance. Le parfum se distille face au spectateur comme s'il le purifiait, le lavait. On ne respire plus le parfum ; on ressent la fraîcheur du parfum qui humecté la peau en la caressant.

## 4 Conclusions

L'art publicitaire peut faire manifester perceptivement l'odeur, à travers le jeu métaphorique, sans pour autant représenter des objets odorants. Ce jeu métaphorique, à l'opposé de la synesthésie, n'évoque pas plus d'un sens à la fois, mais produit la transmutation : la traduction d'un signe en un autre signe [12]. La métaphore offre à l'odeur la possibilité d'exister, dans un espace de communication peu propice à sa présence, car ce trope permet de définir l'indéfini, de transformer un détail concret en une somme de sensations abstraites. La translation image-parfum s'avère donc notamment connotative. Le corpus d'annonces montre que les stratégies créatives plus récurrentes ont souvent recours à des descriptions de formes visuelles plates, afin de concrétiser des empreintes olfactives à travers les codes visuels. Les modes de figuration sont les suivants : d'une part on retrouve des corps parés ou entourés d'objets odorants (flacons, fleurs, fruits, etc.). Ces corps deviennent des outils de perception, d'affect, où les gestes des personnages dépeints, jouent un rôle essentiel dans l'actualisation de l'odeur, par l'épaisseur même de leur peau. D'autre part, on repère une autre voie de figuration de l'odeur, plus suggestive : celle qui évoque la manifestation perceptive des odeurs. Elle déploie l'imagerie mentale du spectateur qui s'engage dans un récit visuel, par les jeux de projection, de perception et de sensation, induits par l'annonce.

## Références

[1] Wolton Dominique (dir.), « La voie des sens », *Revue Hermès*, n. 74, 2016.

[2] Albert Jean-Pierre, *Odeurs de sainteté. La mythologie chrétienne des aromates*. Paris, Éditions de l'École des hautes études en sciences sociales, 1990.

[3] Corbin Alain, *Le Miasme et la Jonquille. L'odorat et l'imaginaire social (XVIIIe – XIXe siècles)*, Paris, Flammarion, 2016.

[4] Aspart Théodora; Badulescu Cristina, (et.all.), *Le parfum s'affiche : quand les artistes réinventent la publicité*, Grasse, Musée International de la parfumerie, 2023.

[5] Candau Joël « L'anthropologie des odeurs : un état des lieux », *Bulletin d'études orientales*, LXIV, 2016, p. 43.

[6] Digonnet Rémi, *Métaphore et olfaction : une approche cognitive*, Paris, Honoré Champion, 2016, p. 14.

[7] Candau Joël, *Mémoire et expériences olfactives*, Paris, PUF, 2000, p.84.

[8] Simmel Georg, *Les grandes villes et la vie de l'esprit* suivi de *Sociologie des sens*, Paris, Payot, 2013, p. 100-101.

[9] Barthes Roland, « Sémantique de l'objet », *Œuvres Complètes*, II, Paris, Seuil, 2002, p. 821.

[10] Ackerman Diane, *Le Livre des sens*, Paris, Grasset et Fasquelle, 1991.

[11] Barthes Roland, « Rhétorique de l'image », *Œuvres Complètes*, II, Paris, Seuil, 2002, p. 574.

[12] Roman Jakobson, *Essais de linguistique générale. I les fondations du langage*, Paris, Minuit, 1963, p. 79.

# Robotisation de la pose de briques de terre : Une approche LowTech-HighTech propice au développement de solutions durables pour le domaine de la construction

Elodie Paquet[1] Benoit Furet[1] Kévin Subrin[1] Sébastien Garnier[1] Stéphane Caro[1]

[1] Nantes Université, IUT de Nantes, Ecole Centrale Nantes, CNRS, LS2N, UMR 6004, France

*benoit.furet@univ-nantes.fr*

**Thèmes** – *Environnement - Robotique -Matériaux - Génie Civil*

**Résumé** – *Cet article explore la robotisation de la pose de briques de terre dans le but de promouvoir une approche durable pour le secteur de la construction. Face aux défis environnementaux et à la nécessité de réduire l'empreinte écologique des bâtiments, nous nous s'intéressons à l'utilisation de matériaux locaux et naturels, comme la terre crue ou séchée, en combinaison avec des technologies robotiques avancées. L'objectif principal est d'imaginer, concevoir, et tester divers scénarios de dépose de briques sur site, en utilisant plusieurs configurations robotiques, notamment des systèmes fixes et mobiles. Ces différents types d'architectures ont été étudiés pour déterminer leur efficacité, leur adaptabilité aux contraintes du chantier, dans une optique de construction durable. Les résultats montrent que l'automatisation du dépôt de briques de terre est non seulement faisable, mais également bénéfique en termes de réduction des coûts de main-d'œuvre, d'optimisation des ressources, et de diminution des émissions de carbone. Cette étude apporte une contribution précieuse au domaine du génie civil et ouvre de nouvelles perspectives pour le développement de techniques de construction plus écologiques, à travers l'intégration de la robotique dans les pratiques traditionnelles.*

**Mots clés**– *Robotisation; Brique de terre; Construction durable; Génération de trajectoires*

Section(s) **CNU** pour cet article – *60, 61, 27*

Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) – NON

# 1 État de l'Art sur la Robotisation du Dépôt de Briques de Terre

L'utilisation de robots pour la construction en briques de terre, matériau renouvelable et recyclable, a gagné en popularité en raison de ses avantages écologiques et de sa faisabilité. Les technologies robotiques automatisent le processus, améliorant l'efficacité et la sécurité sur les chantiers. Divers types de robots sont utilisés : les manipulateurs articulés pour les structures complexes (Bock et Linner, 2015), les robots à portique pour les murs rectilignes (Helm et al., 2016), les robots mobiles autonomes pour plus de flexibilité (Keating et Oxman, 2013), les imprimantes 3D pour des structures complexes avec moins de déchets (Lim et al., 2012), et les cobots pour assister les travailleurs et améliorer la sécurité (Davila Delgado et al., 2019). Ces innovations montrent l'importance de la robotique dans le secteur de la construction.

# 2 Le Dépôt de Briques de Terre : Une Alternative Durable

## 2.1 Les Briques de Terre comme Matériau de Construction

Les briques utilisées dans ce projet "TerraBrick" sont fabriquées par l'association nantaise APALA, connue pour son engagement en faveur de la durabilité et de la préservation de l'environnement (https ://www.apala.fr). Ces briques sont fabriquées à partir de terre crue, un matériau naturel choisi pour mieux respecter l'environnement et réduire l'empreinte carbone.

**Figure 1** – Procédé de fabrication à froid de brique de terre crue à Nantes en lien avec l'association APALA

Les briques sont fabriquées par compactage à froid, sans fours, réduisant ainsi les émissions de $CO^2$. Leurs dimensions sont de 220 mm * 150 mm * 60 mm, pour un poids d'environ 3 kilogrammes chacune. L'effecteur de dépose des briques, conçu par des étudiants du Master ITI à l'IUT de Nantes, fonctionne de manière manuelle et mécanique, sans besoin d'énergie supplémentaire. Fabriqué en alliage d'aluminium, il offre rigidité et stabilité. Ses dimensions sont de 250x250x200 mm pour un poids de 1,2 kilogramme.

Un système mécanique permet d'orienter la pince à un angle de 45° (Robot parallèle à câbles avec une capa- cité d'orientation de de +45°/-45° en raison de l'arrange- ment des câbles). Le centre de gravité a été volontairement placé plus haut pour améliorer la précision des opérations de dépose. Le préhenseur a été conçu spécifiquement pour la saisie des briques avec des picots, en prenant en compte les défauts géométriques des briques, leur état de surface potentiellement irrégulier, ainsi que la présence de poussières.

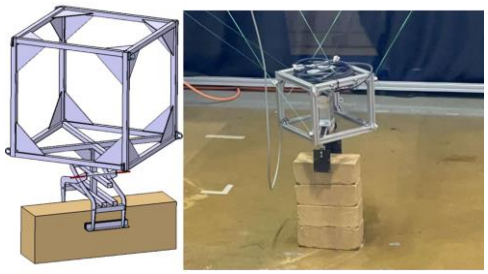


**Figure 2 –** Effecteur de dépose conçue pour des briques de terres crues

## 2.2 Impacts Environnementaux et Durabilité

La robotisation de la pose de briques de terre crue réduit l'impact environnemental de la construction, notamment en diminuant l'empreinte carbone (Curth, 2020). Elle permet de réduire les déchets grâce à une dépose précise des briques, limitant ainsi le surplus de matériaux. L'utilisation de briques de terre, matériau abondant, optimise également la consommation de matériaux.

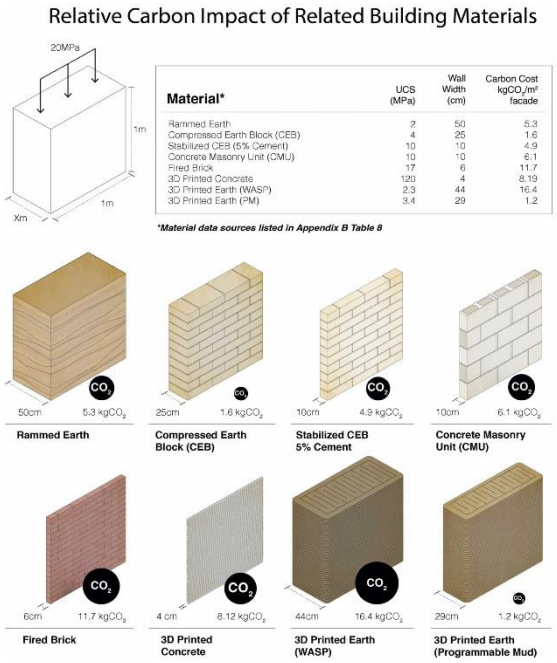



**Figure 3** – Tableau comparatif de l'impact environnementale des différents procédés de fabrication à base de terre (Curth, 2020)

## 3 État de l'Art sur la Robotisation du Dépôt de Briques de Terre

L'optimisation des ressources locales, en utilisant de la terre locale, réduit les coûts et les émissions de gaz à effet de serre liées au transport des matériaux. Combinée à la réduction des déchets, la robotisation du dépôt de briques de terre locales, notamment avec une production sur site, offre une solution durable et écologique pour la construction.

## 4 Validation des scénarios de dépose

Le projet "TerraBrick" a étudié plusieurs scénarios de construction intégrant différentes architectures robotiques (robots à câbles, mobiles, sériels) pour évaluer leur pertinence. Ces scénarios ont été analysés numériquement en fonction de critères comme la productivité, la viabilité économique et l'impact environnemental. Les solutions les plus prometteuses ont ensuite été testées par des expériences pratiques, comme le montre la Figure 4.

**Figure 4 –** Exemple de scénario de dépose de brique de terre testés

## 5 Perspectives d'avenir : Vers un Modèle de Construction Durable

Les futures améliorations technologiques, notamment l'ajout de capteurs exteroceptifs, renforceront la robotisation de la pose de briques de terre en améliorant la précision à l'échelle du millimètre. Ces innovations permettront aux robots de mieux s'adapter aux matériaux et environnements variés, favorisant une collaboration plus fluide avec les opérateurs humains. Les nouvelles solutions robotiques seront plus intuitives, augmentant la qualité et la productivité sur les chantiers.

**Figure 5 –** Exemple de scénario de co-manipulation pour la dépose de brique de terre directement in-situ

La Figure 5 montre des exemples de solutions cobotiques innovantes basées sur des robots parallèles à câbles (Métillon, 2022). L'intégration de la robotisation dans une approche globale de la construction verte ouvre des perspectives intéressantes. En combinant cette technologie avec des solutions durables telles que les panneaux solaires ou les toits végétalisés, il devient possible de concevoir des bâtiments à la fois performants et écologiques. Les normes environnementales à venir joueront un rôle clé en incitant à cette transition, en facilitant l'adoption de ces innovations et en soutenant une transformation durable du secteur de la construction grâce à la robotisation.

## 6 Conclusion :

La robotisation de la pose de briques de terre offre une voie vers une construction durable, combinant technologies modernes et matériaux écologiques. Toutefois, des défis techniques subsistent, notamment en matière de manipulation des briques, de précision des robots, et de coordination sur site. Les recherches futures devront se concentrer sur l'amélioration de la robustesse des robots et l'intégration de systèmes de contrôle avancés pour garantir la qualité des structures. Le projet Ecobrick 4.0 en collaboration avec l'IRDL à Lorient et un industriel du secteur vise à développer une construction robotisée avec des briques de terre creuses, sans mortier, renforçant ainsi la structure.

## 7 Remerciements :

Nous souhaitons exprimer notre sincère gratitude aux étudiant(e)s du master ITI de l'IUT de Nantes pour leurs précieuses contributions et leur engagement constant tout au long du projet TIRREX. Nos remerciements vont également à l'équipe ROMAS, dont l'expertise et le soutien ont été déterminants pour le succès de cette collaboration.

## Références

[1] Paquet, E., Furet, B., Perrot, A. (2024, June). 3D- Printed Raw Earth Structures to Create in Cities Vege- tated Oasis of Coolness. *International Conference on Earthen Construction* (pp. 332-338). Cham : Springer Nature Switzerland.

[2] Sandy Curth, Natlaie Pearl, Angelica Castro-Salazar, Caitlin Mueller, Lawrence Sass 3D printing earth : Local, circular material processing, fabrication methods, and Life Cycle Assessment In *Construction and Buil- ding Materials*.

[3] Marceau Métillon, Camilo Charron, Kévin Subrin, Stéphane Caro. Stiffness and Transparency of a Collabo- rative Cable-Driven Parallel Robot. Advances in Robot Kinematics 2022, 24, Springer International Publishing, pp.101-109, 2022,In *Springer Proceedings in Advanced Robotics*

[4] Bock, T., & Linner, T. (2015). Robotics in Construc- tion. Cambridge University Press.

[5] Helm, V., Ercan, S., & Schutter, G. (2016). Digital fabrication in construction : Robots for brick-laying. Automation in Construction, 72, 1-9. https ://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.07.002

# Entre préoccupations pro-environnementales et achat de produits de luxe, les jeunes hésitent-ils?

Enora Guillou[1,] enora_guillou@orange.fr

Véronique Plichon[2,*] veronique.plichon@univ-tours.fr

[1] L'Oréal Madrid

[2] IUT de Tours
Laboratoire Vallorem

**Thèmes** *Gestion*

**Résumé** *L'objectif de cette recherche est de mieux comprendre l'impact de l'ambivalence des jeunes à l'égard des produits de luxe sur l'attitude et les intentions d'achat de produits de luxe, qu'ils soient neufs ou d'occasion. L'effet des préoccupations pro environnementales sur les différentes variables du modèle est également testé. Une étude quantitative a été menée et montre que l'ambivalence n'a pas d'effet direct sur les intentions comportementales, mais un effet indirect via l'attitude à l'égard des produits de luxe. Les attitudes pro-environnementales n'ont pas d'impact sur l'ambivalence, l'attitude ou les intentions comportementales d'achat de produits de luxe.*

**Mots-Clés** *–préoccupations environnementales, attitude environnementale, sensibilité pro-environnementale, luxe, ambivalence*

**Section(s) CNU pour cet article –** *06*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Introduction

Fascinés par les marques de luxe (Étude Ipsos, 2028), les moins de 25 ans représenteront 65 % du marché du luxe en 2025. Cependant, si le secteur du luxe pourrait se réjouir en considérant que le potentiel de ventes futures sera assuré, il risque d'être remis en question par les nouvelles valeurs de cette génération, qui contrastent fortement avec les habitudes des clients fidèles plus anciens. Comme l'explique Muret [1], l'industrie du luxe va devoir revoir en profondeur sa stratégie marketing afin de répondre à cette nouvelle cible, très activiste sur les questions environnementales, qui pourrait refuser l'offre actuelle. En effet, les jeunes générations exigent des marques responsables, écologiques, transparentes et porteuses de sens.

Si les professionnels du secteur s'inquiètent, seuls quelques rares chercheurs [2][3] soulignent l'ambivalence actuelle de cette cible ; les spécificités du luxe augmentant en effet les tensions et contradictions chez les jeunes [4]. L'objectif de cette communication est de mieux comprendre l'impact de cette ambivalence des jeunes à l'égard des marques de luxe sur l'attitude et les intentions d'achat de produits de luxe neufs ou d'occasion. Nous verrons aussi si le fait d'avoir une attitude favorable à la nature a un effet sur l'ambivalence, l'attitude et les comportements d'achat de produits de luxe.

L'intérêt de cette recherche est donc double. D'une part, elle permettra de mieux comprendre l'ambivalence des jeunes envers les marques de luxe et ses conséquences attitudinales et comportementales, une problématique rarement étudiée jusqu'à présent. D'autre part, cette étude permettra d'analyser, pour la première fois, l'impact des préoccupations environnementales sur l'ambivalence, l'attitude et le comportement d'achat de produits de luxe chez les jeunes consommateurs. En d'autres termes, l'enjeu de cette étude est de voir si les attitudes pro-environnementales des jeunes nuisent à la consommation du luxe, qu'il s'agisse de consommation de seconde main ou non. Les résultats de cette recherche pourront fournir des recommandations managériales utiles aux marques de luxe pour mieux adapter leur offre aux nouvelles attentes des jeunes générations.

## 2. L'ambivalence, l'écologie et le luxe

Originaire des travaux en psychologie sociale, le concept d'ambivalence est défini comme l'évaluation à la fois positive et négative d'un objet [5]. En ce qui concerne les marques de luxe, les adolescents éprouvent une opposition entre le désir d'individualisation et le besoin d'appartenance à un groupe [6][7][8]. L'étude qualitative de Veg-Sala [4] met en lumière cette complexité. Quatre dimensions de l'ambivalence envers la consommation de produits de luxe coexistent chez les adolescents : la dimension hédonique (entre le désir de se faire plaisir et la crainte d'absence de plaisir), la dimension sociale (entre le désir de se sentir supérieur et la crainte d'avoir une image prétentieuse), la singularité (entre le désir de se sentir unique et la crainte d'attirer l'attention), et le conformisme (entre le désir d'appartenir à un groupe et la crainte de manquer de personnalité). Selon Ladwein et Sanchez [9], cette ambivalence impacte négativement l'attitude et les comportements d'achat. Or, au-delà du fait que la majorité de ces travaux est souvent peu récente, ceux-ci n'étudient pas la nouvelle génération et ne font pas le lien avec ses nouvelles valeurs pro-environnementales.

Quelles pourraient être les autres causes de cette ambivalence ? Bien qu'ancrée dans la consommation hédoniste, la génération Z est considérée comme étant plus consciente des enjeux environnementaux que les générations précédentes. En fin 2019, le CREDOC montrait ce paradoxe : la préoccupation environnementale était « *à son plus haut niveau depuis 40 ans chez les jeunes* », tout en démontrant que consommer restait « *un plaisir* » indéniable pour ces derniers [1]. Comme le font les professionnels du secteur, nous émettons donc l'hypothèse que l'attitude à l'égard de la nature pourrait non seulement générer de l'ambivalence, mais également avoir un effet sur l'attitude et les intentions comportementales à l'égard des produits de luxe.

## 3. Proposition d'un modèle, test et résultats

A la suite de notre revue de la littérature, le modèle que nous proposons est présenté en figure 1. 203 jeunes entre 18 et 25 ans furent interrogés. Parce qu'elle est l'une des échelles les plus reprises pour mesurer l'attitude à l'égard de la nature et donc les préoccupations environnementales, l'échelle NEP [9] qui comprend 5 dimensions, a été utilisée. Des échelles de l'ambivalence à l'égard des produits de luxe [10], de l'attitude envers les produits de luxe [11], de l'intention d'achat de produits de luxe neuf et de l'intention d'achat des produits de luxe de seconde main [12] ont été retenues. Toutes ces échelles sont des échelles de likert en 7 points. La fiabilité et la validité des mesures ont été vérifiées. Seuls 20 % des individus interrogés ressentent une ambivalence élevée lors de l'achat d'un produit de luxe (>5), tandis que la majorité des jeunes n'éprouvent pas ces sentiments négatifs ou les ressentent de manière modérée. La moyenne de l'ambivalence est de 3,53. À l'inverse, les jeunes ont une attitude favorable à l'égard des produits de

[1] https://www.credoc.fr/publications/environnement-les-jeunes-ont-de-fortes-inquietudes-mais-leurs-comportements-restent-consumeristes

luxe (moyenne = 5,19). Il en va de même pour l'intention d'acheter des produits de luxe ; la moyenne pour les produits neufs est de 5,28 et celle pour les produits d'occasion est de 4,7. La jeune génération a donc davantage l'intention d'acheter des produits neufs que des produits de seconde main. Quelle est l'attitude à l'égard de la nature ? Pour l'échelle NEP, toutes les dimensions présentent des moyennes assez élevées, voire très élevées, démontrant ainsi une sensibilité des jeunes pour l'environnement (moyenne « limite de la croissance » = 4,53, moyenne « anti-anthropocentrisme » = 5,79, moyenne « rejet de l'exemptionalisme » = 4,85, moyenne « écocrise » = 5,96, moyenne « fragilité de l'équilibre » = 5,57).

Plusieurs régressions ont été appliquées afin de tester le modèle et de valider les relations entre les variables. L'attitude à l'égard de la nature ne génère pas d'ambivalence. Son impact sur l'attitude à l'égard des produits de luxe n'est pas validé. Néanmoins, plus un jeune est ambivalent, moins son attitude est favorable aux produits de luxe. L'intention d'achat de produits de luxe neufs s'explique uniquement par l'attitude à l'égard des produits de luxe. Il en est de même pour l'intention d'achat des produits de luxe de seconde main. En d'autres termes, les préoccupations environnementales n'ont aucun impact sur l'ambivalence, l'attitude et les intentions comportementales à l'égard des produits de luxe. L'ambivalence n'a pas d'effet sur les intentions comportementales d'achat de produits neufs ou de seconde main (cf. figure 1). L'attitude pro environnementale du jeune citoyen est découplée de la logique du consommateur et génère un « green gap ».

## 4 Conclusion

Si certains chercheurs avaient souligné que l'ambivalence a un effet direct et négatif sur les comportements d'achat [2][3][9], nos résultats ne corroborent pas cette conclusion. Son effet semblerait être indirect, passant par une variable médiatrice : l'attitude à l'égard des produits de luxe. Pour les individus ressentant une forte ambivalence, l'impact de cette dernière pourrait être plus facilement atténué, car d'autres variables pourraient entrer en jeu, influencer l'attitude à l'égard des produits de luxe et compenser ainsi son effet négatif indirect sur l'intention d'achat. Par exemple, une bonne communication ou une promotion pourraient compenser l'effet de l'ambivalence ressentie par certains jeunes sur l'attitude à l'égard du luxe. Autre surprise : bien que les jeunes soient sensibles aux questions environnementales, cette sensibilité n'influence aucune de nos variables. Les préoccupations écologiques des jeunes s'arrêteraient au moment de l'achat. Les grandes maisons de luxe n'ont donc pas à s'inquiéter. L'achat de produits de luxe pourrait être perçu comme une « exception » justifiable car rare, permettant ainsi aux jeunes de ne pas ressentir d'ambivalence. Des variables modératrices pourraient aussi expliquer ce manque de relation : la fréquence d'achat, le type d'achat (achat pour soi, achat cadeau…), etc. On pourrait aussi supposer que l'ambivalence n'est pas liée à un conflit environnemental qui pourrait être exacerbé quand le jeune est sensibilisé au luxe durable. D'autres conflits seraient à son origine. Des études qualitatives, mais aussi quantitatives plus larges et plus représentatives doivent être menées. Le recours aux équations structurelles pour tester le modèle global ainsi que les effets médiateurs et les éventuels modérateurs est également nécessaire pour valider nos résultats.

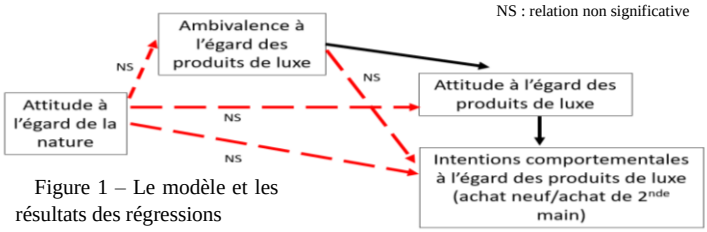



Figure 1 – Le modèle et les résultats des régressions

## Références


[1] Muret D. (2020), *Le luxe face à la déferlante disruptive des jeunes consommateurs* https://fr.fashionnetwork.com/news/Le-luxe-face-a-la-deferlante-disruptive-des-jeunes-consommateurs,1260943.html

[2] Casper G. (2014), *La génération Y et le luxe,* Dunod, Paris

[3] Kapferer J.-N. (2016), *Luxe : Nouveaux challenges, nouveaux challengers*, Eyrolles, Paris

[4] Veg-Sala N. (2022), *L'ambivalence des adolescents à l'égard de la consommation de produits de luxe,* Décisions Marketing, 107 Juillet-Septembre, 141-161.

[5] Armitage C.J. et Conner M. (2000), Attitudinal Ambivalence: A Test of Three Key Hypothèses, Personality and Social Psychology Bulletin, 26, 11

[6].Moschis G. (1985), The role of family communication in consumer socialization of children and adoslescents, Journal of Consumer Research, 11, 4, 898-913

[7]. Gollety M. (1997), Communication familiale et comportement de consommation de l'enfant, Thèse de doctorat en sciences de gestion, Université Paris Dauphine

[8]. Gentina E et Chandon J.L. (2014), Le rôle du genre sur la fréquence de shopping en groupe des adolesecntes : entre besoin d'individualisation et besoin d'assimilation, Recherche et Applications en Marketing, 29, 4, 35-64

[9].Dunlap, R., Van Liere, K., Merting, A. G. et Jones, R. E. (2000), Measuring endorsement of the New Ecological Paradigm: A revised NEP scale, *Journal of Social Issues*, 50, 3, 425-442.

[10]. Ladwein R. et Sanchez A. (2018), L'ambivalence dans la décision d'acheter des produits de luxe : le cas des millennials, Management & Avenir, 106, Décembre, 155-177.

[11] Oueslati H. (2007), Vers une meilleure compréhension de l'intention d'achat sur Internet basée sur l'étude des caractéristiques des promeneurs sur les sites marchands, Actes de la 6ème journée nantaise de recherche sur le e-marketing, Nantes

[12] Zhang B. et Kim J.H. (2013), Luxury fashion consumption in China : factors affecting attitude and purchase intent, Journal of Retailing and Consumer Services, 20, 68-79

# Le retour du transport de marchandises à la voile : entre idéaux managériaux et nécessaire pragmatisme

Christelle Camman[1,*] christelle.ledi@univ-amu.fr

Laurent Livolsi[1,*] laurent.livolsi@univ-amu.fr

[1] IUT d'Aix-Marseille, Aix Marseille Université
Professeurs des Universités en sciences de gestion & du management
Centre de recherche sur le transport et la logistique, CRET-LOG UR 881
Chaire Supply Chain Management & Prestation de Service Logistique

**Thèmes –** *Gestion - Autre*

**Résumé –** *Cette communication s'intéresse au développement du transport de marchandises s'appuyant exclusivement sur la propulsion vélique. Plus lent et plus cher compte tenu des capacités limitées des voiliers-cargos, le « tout vélique », par opposition à l'utilisation partielle de l'énergie éolienne, constitue une stratégie de rupture (Lehmann-Ortega et Roy, 2009) dans le transport maritime de marchandises.*

*Avant même la question de leur acceptabilité par les clients, ces modèles d'affaires ont besoin, dans leur phase de démarrage, d'être institutionnellement soutenus pour des raisons tant opérationnelles (accueil des voiliers-cargos dans les ports par exemple) que stratégiques (développement de la filière). Leur processus de légitimation implique donc un travail institutionnel qui place toutefois les néo-armateurs en situation paradoxale entre réflexivité critique des modèles traditionnels du transport maritime et leviers classiques de financement et de développement.*

**Mots-Clés –** *Transport vélique, stratégie de rupture, rétro-innovation.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *06 – Sciences de Gestion et du Management*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Introduction

Dans le transport mondial de marchandises aujourd'hui, la part du maritime représente 90 % environ et 3 % des émissions de gaz à effet de serre (GES). Malgré les incertitudes géopolitiques, les prévisions de croissance du transport maritime sont importantes et les enjeux environnementaux aussi puisque les émissions de GES pourraient augmenter de plus de 250 % d'ici 2050. Les enjeux d'acceptabilité sociale sont également majeurs avec la question de la pollution générée au sein des villes portuaires. En 2017, lors du sommet « One Planet » qui se tenait à Paris, 34 États ont signé la déclaration Tony deBrum actant leur engagement, au sein de l'Organisation maritime internationale, pour que le transport maritime lutte contre le changement climatique. En 2021, l'Union européenne s'est engagée dans la décarbonation du transport maritime avec une incitation, parmi d'autres, à utiliser de façon croissante la seule énergie totalement gratuite et renouvelable : le vent. La propulsion vélique est alors définie comme « la propulsion, partielle ou totale, de tout type de navire par l'énergie éolienne exploitée au moyen de systèmes de propulsion assistée par le vent, tels que, entre autres, les voiles à rotor, les cerfs-volants, les voiles dures ou rigides, les voiles souples, les ailes à succion ou les turbines ».

Si la propulsion vélique concerne donc une grande variété de technologies, nous avons fait le choix, dans cette recherche, de nous intéresser qu'aux entreprises de transport de marchandises s'appuyant exclusivement sur celle-ci. Il s'agit là d'une stratégie de rupture par opposition à l'utilisation partielle de l'énergie éolienne qui finalement relève d'un « *business as usual* » comme le qualifient les entrepreneurs du tout vélique. En étudiant les modèles d'affaires de ces entreprises (analyse documentaire et entretiens), l'objet de cette communication est de mettre en avant les tensions paradoxales auxquelles doivent faire face ces entrepreneurs. Dans une première partie, nous revenons sur la stratégie de rupture initiée et son processus de légitimation avant, dans une seconde, d'évoquer les besoins en capitaux et les perspectives de rentabilité.

## 2 Le vélique est dans le vent !

Le transport de marchandises à la voile s'appuie sur une rétro-innovation comme fondement d'une stratégie de rupture (2.1) qu'il faut légitimer auprès des pouvoirs publics, des chargeurs et des consommateurs finaux (2.2).

### 2.1. Une rétro-innovation comme stratégie de rupture

Utiliser la force vélique pour transporter des marchandises par voies maritimes au 21ème siècle est caractéristique d'une rétro-innovation. Ballester [1] définit la rétro-innovation comme « la renaissance délibérée de pratiques, d'idées ou de technologies historiques (…) à travers la chaîne de production, la forme, la fonction et le cycle de vie du produit ». Il considère que la mémoire sociale, le mode participatif et la redécouverte de savoir-faire en lien avec le développement durable et l'éco-innovation en sont des composantes centrales. Cette rétro-innovation est alors le fondement d'une véritable stratégie de rupture qui « consiste pour une entreprise à revisiter de manière radicale les règles du jeu concurrentiel en proposant une nouvelle valeur au client en vue de créer ou d'étendre un marché à son avantage » [2]. Il ne s'agit évidemment pas, avec le transport vélique, de transformer le transport maritime dans sa globalité mais, au contraire, de faire émerger un nouveau marché, qualifié d'« océan bleu » parce que moins concurrentiel *a priori* [3] tout en étant gage de profits également.

Mais la radicalité d'une proposition de valeur, synonyme de hausse des coûts et de rallongement des délais, doit, avant même son acceptabilité par les clients être supportée dans sa phase initiale compte tenu, en plus, des investissements nécessaires à son déploiement.

### 2.2. Un travail institutionnel comme processus de légitimation

Dans une communication sur ces néo-armateurs, Baron [4] rappelle combien leur motivation initiale est relative à l'attrait pour la mer et aux enjeux technologiques inhérents à leur passé de navigateurs pour nombre d'entre eux. La rétro-innovation (nostalgie du transport de marchandises à la voile) associée aux enjeux technologiques de l'architecture navale contemporaine (et à la compétition liée comme dans la course au large) est le premier moteur de leur stratégie de rupture. Bien sûr, leur engagement pour la protection de l'environnement est un moteur aussi, et la combinaison des deux permet de les qualifier d'éco-preneurs c'est-à-dire d'entrepreneurs qui réconcilient protection de l'environnement et nécessaire réussite commerciale pour pérenniser leur entreprise.

Cependant, cette démarche d'éco-prenariat implique d'agir sur les institutions et les normes établies afin de traiter des problèmes aussi bien opérationnels comme l'acceptabilité des cargos à voile dans les ports de commerce que plus stratégiques comme le soutien à une filière en développement. L'action des néo-armateurs s'apparente alors à celle des entrepreneurs institutionnels qui s'engagent dans une démarche politique faite de jeux d'alliance, afin d'éviter l'unicité de l'entrepreneur héroïque, et se concrétise dans un véritable travail institutionnel. Leur action émancipatrice, si l'on considère le changement induit, se fonde sur un travail de réflexivité critique sur les institutions traditionnelles du transport maritime. L'objectif est d'obtenir une double légitimation de leurs entreprises et de leurs pratiques. La signature du pacte vélique avec l'Etat, en mars 2024, peut alors être

considéré comme un premier résultat, un « signal déclencheur du changement d'échelle nécessaire à la consolidation d'un marché émergent et prometteur (…) qui ambitionne de créer plusieurs milliers d'emplois dans ce secteur tout en économisant 1 million de tonnes de CO2 d'ici 2030 » (L. Detrimont, déléguée générale de l'association Wind Ship).

## 3 Pour mettre les voiles, ne pas faire avec les moyens du bord

La légitimation récente des acteurs du transport vélique et de leurs modèles d'affaires ne les empêche pas d'aller de charybde en scylla pour lever des fonds (3.1) ou, surtout, assurer leur rentabilité d'exploitation (3.2).

### 3.1. La question de la capitalisation initiale

La recherche et développement (adaptation à la charge transportée et aux océans/mers envisagés) et ensuite la construction de voiliers-cargos nécessite des fonds importants. Le premier navire de Hisseo devrait coûter 5 millions d'euros, le Grain de Sail II en coûte 10 et les huit voiliers-cargos identiques (pour faire des économies d'échelle) de Towt 20 chacun, mais déjà la construction d'un trimaran de 67 mètres capable de transporter 500 tonnes de marchandises pour l'entreprise Vela est estimée à 40 millions d'euros ! Des sommes qui sont logiquement au-delà des capacités individuelles des écopreuneurs et les obligent à procéder à des levées de fonds.

Pour financer son trimaran, Vela a justement finalisé un tour de table de 40 millions d'euros avec le fonds Révolution Environnementale et Solidaire (Crédit Mutuel) mais aussi Bpifrance. Towt a commencé par lever 10 millions d'euros via un financement obligataire auprès de la Banque des territoires (5 millions) mais aussi de la plateforme collaborative de crowdfunding Lita.co (5 millions) en obligations convertibles en actions. Ces deux exemples sont illustratifs de la diversité des canaux de financements utilisés mais aussi des investisseurs ciblés. Si des investisseurs privés (individuels et entreprises) sont forcément recherchés, les institutionnels sont aujourd'hui nécessaires afin de stabiliser les financements. Les perspectives de gains ne peuvent aujourd'hui être envisagées que sur le moyen terme avec l'entrée en exploitation des navires et la croissance du marché. C'est donc un investissement « responsable » qui est mis en avant dans ces levées de fonds. Ce message est renforcé par les structures juridiques des néo-armateurs qui choisissent des formes coopératives comme Towt avec une société coopérative d'intérêt collectif (SCIC) qui rassemble l'ensemble des parties prenantes (fondateurs, salariés, clients, citoyens et collectivités) dans la gouvernance de l'entreprise et qui met la mission au cœur de son activité. Quoi qu'il en soit, ce sera la rentabilité d'exploitation future qui sonnera la cloche du changement de quart pour les investisseurs responsables et les éco-preneurs. L'analogie est patente finalement avec la Compagnie néerlandaise des Indes orientales qui, en levant des fonds auprès des citoyens, a contribué, au début du 17ème siècle, non seulement à l'essor du capitalisme traditionnel mais aussi des bourses de valeurs.

### 3.2. Prospection commerciale et rentabilité d'exploitation : tous sur le pont !

Dans cette réflexion sur la rentabilité, il faut distinguer deux modèles. Certes Grain de Sail est l'un des acteurs les plus anciens sur ce marché mais son business model correspond à une intégration verticale de la part d'un acteur de la torréfaction et de la chocolaterie. Son modèle doit donc s'apprécier à l'aune des gains sur sa supply chain et non en termes de rentabilité du maillon transport quand bien même d'autres chargeurs sont embarqués à bord. En revanche, pour les transporteurs purs, la question des clients à privilégier est centrale en termes de rentabilité. Deux catégories sont traditionnellement ciblées : les produits des marques en quête d'image environnementale et ceux à plus forte valeur susceptibles de supporter des coûts de transport plus élevés. Cependant, le choix de ces cibles est aussi dicté par les destinations envisagées. L'inde pour les épices, la vanille de Madagascar, le café colombien, le rhum des Antilles et, au retour, des produits de luxe français (vin, huile d'olive…) dans une vision finalement très traditionnelle des routes commerciales. Or, les relais de croissance sont peut-être sur des lignes de cabotage qui permettront d'augmenter les volumes et de diversifier les clients.

## 4 Conclusion

Les éco-preneurs du transport vélique de marchandises sont donc confrontées à des paradoxes pour légitimer leurs entreprises et pratiques tout en devant assumer une recherche de rentabilité pour les investisseurs qui ont accepté de les soutenir. La réussite de cet équilibre sera le gage du développement de ce secteur qui offre des opportunités nouvelles.

## Références


[1] Ballester P., « Glossaire », in Bonnemaizon A., El Gaaied L., Gorge H., Lecuyer C. et Reniou F. (Dir.), *Marketing pour une société responsable*, WikiLivre Association Française du Marketing, 2022.

[2] Lehmann-Ortega L., Roy P., Les stratégies de rupture - Synthèse et perspectives, *Revue française de gestion*, n°197, p.113-126, 2009.

[3] Kim C., Mauborgne R., *Stratégie océan bleu*, Village mondial, Paris, 2005.

[4] Baron M.-L., L'écopreneuriat vers un SCM soutenable et résilient : l'expérience des cargos à voile, 15ème conférence de l'AIRL-SCM, La Rochelle, mai 2024.

# La communication responsable en restauration rapide : Un engagement vers une alimentation durable ou une simple stratégie promotionnelle ?

Chadi EL NAR[1,*]
chadi.el-nar@univ-lorraine.fr

[1] IUT Thionville-Yutz

Centre de Recherche sur les Médiations (CREM, EA 3476)

**Thèmes –** *Communication*

**Résumé –** *L'alimentation durable constitue un défi pour la restauration rapide. Pour faire face aux attentes sociétales et à l'évolution des attentes des consommateurs, de plus en plus soucieux de leur santé et de leur impact écologique, les multinationales développent des stratégies de communication responsable. À partir d'une analyse empirique, ce travail de recherche étudie le rôle de la communication responsable dans le développement des chaines de « fast-food ». Nous cherchons à comprendre si les stratégies de communication responsable mises en place par les enseignes de restauration rapide traduisent un véritable engagement envers une alimentation durable ou relèvent simplement de stratégies promotionnelles.*

**Mots-Clés –** *Communication responsable, alimentation durable, restauration rapide, sémiologie, image publicitaire*.

**Section(s) CNU pour cet article –** *71ème section Sciences de l'information et de la communication*.

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1. Introduction

Notre projet de recherche s'interroge sur le rôle de la communication responsable des enseignes de fast-food, qui devient indispensable pour faire face aux nouveaux enjeux socio-économiques. Une communication qui a pour objectif de mettre en avant des actions menées par les entreprises pour protéger l'environnement et promouvoir des options alimentaires plus saines. Notre travail a pour objectif d'analyser dans quelle mesure ces stratégies de communication relèvent d'un engagement sociétal réel ou elles visant des intérêts purement commerciaux.

## 2. Méthodologie de recherche

Notre méthodologie de recherche mixte combine à la fois des approches quantitatives et qualitatives. Afin de recueillir des données quantitatives, une analyse statistique d'un échantillon de jeunes consommateurs de restauration rapide âgés de 17 à 25 ans de niveaux socio-économiques variés sera réalisée. Le questionnaire en ligne composés de 25 questions a pour objectif d'évaluer l'impact de la communication responsable sur les choix des consommateurs et sur l'image de marque McDonald's. L'approche qualitative a analysé les supports graphiques (affiches, emballages, site web) de McDonald's en France entre les années 2009 et 2021 période durant laquelle la marque a développé sa stratégie de communication verte en modifiant la couleur de son logo et adoptant une communication responsable basée sur l'information nutritionnelle. L'analyse de la communication visuelle relève d'une méthode sémiologique qui consiste à étudier les éléments qui révèlent des codes et des significations. En combinant des approches quantitatives et qualitatives, cette étude fournit une analyse complète des stratégies de communication de McDonald's et les perceptions des consommateurs et son impact sur les choix alimentaires de ses jeunes clients.

## 3. Ressources théoriques

Nous avons pour objectif de mettre en évidence la corrélation entre les approches sémiotiques de l'image, l'alimentation durable et les stratégies communicationnelles des grandes entreprises. L'étude de la sémiotique se concentre sur la manière dont le sens est produit et transmis parmi les individus à travers la culture, les connaissances, l'histoire, les croyances, les valeurs et les émotions. Les travaux de Roland Barthes, Umberto Eco et Andrea Semprini sont à nos yeux inéluctables pour bien comprendre le phénomène de la sémiologie de l'image. Notre approche repose sur l'étude de l'image publicitaire, car comme le souligne Roland Barthes : « *la signification de l'image* (publicitaire) *est assurément intentionnelle : ce sont des attributs du produit qui forment a priori les signifiés du message publicitaire et ces signifiés doivent être transmis aussi clairement que possible ; si l'image contient des signes, on est donc certain qu'en publicité ces signes sont pleins, formés en vue de la meilleure lecture : l'image publicitaire est franche, ou du moins empathique*». La sémiologie graphique offre à la marque la possibilité de créer et de diffuser un univers de signification autour d'un objet social (produit, bien, service) et de jouer un rôle en tant que créatrice de significations.

## 4. La communication responsable chez McDonald's

L'alimentation durable et l'environnement sont les deux axes principaux de la stratégie de communication responsable de McDonald's. McDonald's France s'engage dans la mise en œuvre de ses stratégies de durabilité au sein de ses restaurants, véritables vitrines de ses engagements. McDonald's a une charte graphique qui lui donne une identité visuelle forte à travers le monde. En France, le logo a été modifié en 2009 pour mettre en évidence l'engagement de McDonald's dans le développement durable et acquérir une image « écologique ». Le M en jaune omniprésent sur un fond vert, tandis qu'aux États-Unis, le fond du logo est toujours en rouge. Depuis plusieurs années, McDonald's France cherche à réduire les emballages inutiles et à améliorer les systèmes de recyclage. En complément de l'utilisation de vaisselle ré-employable en restaurant, les boîtes en carton ont été remplacées par des emballages en papier pour limiter le volume de déchets. Pour lutter contre l'abandon d'emballages issus de la vente à emporter, McDonald's France a mis en place plusieurs partenariats avec des collectivités pour réaliser des campagnes de sensibilisation et des « écobalades » pour ramasser les déchets avec la participation d'association locales et de citoyens.

McDonald's France perçoit l'alimentation durable comme une aventure collective qui implique plusieurs acteurs tels que les clients, le secteur agricole et les terroirs français. Sur son site web en France, l'enseigne précise que « la promotion d'une alimentation durable est un enjeu prioritaire afin de proposer des produits toujours plus qualitatifs à tous ses clients, et d'impulser la transformation positive du secteur agricole français ». McDonald's développe une approche d'alimentation durable en se concentrant sur la qualité et la variété de ses produits, ainsi que l'information nutritionnelle. En France, McDonald's communique sur la qualité et la variété de ses produits, sur le respect du climat et son engagement envers des agriculteurs. Dans sa communication, McDonald's met en avant les ingrédients certifiés Label Rouge tels que la farine et les œufs. Le leader mondial met aussi l'accent sur

l'origine 100% française de ses crudités de son menu Happy Meal et fait savoir que le steak haché est à base de viande charolaise. L'enseigne communique sur la sécurité alimentaire et déclare contrôler « à la loupe » la qualité de ses produits. En 2021, McDonald's devient la première entreprise de restauration rapide à adopter le Nutri-score en France, qui permet d'attribuer une lettre et une couleur à chaque produit, du plus élevé (classé A) au moins élevé (classé E) en qualité nutritionnelle. Après consultation du site web de McDonald's France, nous avons constaté que McDonald's présente notamment ses produits classés en Nutri-score A et B pour communiquer sur la qualité nutritionnelle de ses produits. Dans son rapport d'impact de 2022, McDonald's France affirme que 64% de ses 352 produits ayant été évalués pour leur Nutri-score ont été classés A, B ou C, sans indiquer le taux exact pour chaque catégorie. Selon nos observations du site web de McDonald's France en 2024, nous avons constaté qu'aucun burger actuel n'atteint le Nutri-Score A, le score le plus élevé étant B pour seulement quatre burgers. Les produits classés en Nutri-Score A comprennent uniquement quatre accompagnements (petite salade, concombres, eau plate et eau pétillante) et deux desserts (ananas et pomme), soit six produits au total, représentant 1,7 % de l'offre. Les produits Nutri-Score B incluent quatre burgers, cinq accompagnements, sept boissons froides et deux boissons chaudes, pour un total de 18 produits (5,11 %). Ainsi, la majorité des produits, soit 93,75 %, obtiennent un Nutri-Score C, D ou E, tandis que seulement 6,25 % sont notés A ou B.

En 2022, McDonald's a lancé, pour une durée limitée de deux mois, deux sandwichs avec un Nutri-Score A. D'après l'entreprise, c'est un défi majeur que les équipes de recherche et développement ont réussi à surmonter après deux ans de travail, Clémence de Raulin (directrice Innovation, recherche et développement) chez McDonald's France déclare : « *Nous avons fait de nombreux essais avec des légumes et des crudités variés pour ne retenir que finalement que les meilleurs. Il s'agissait de trouver le juste équilibre de goût et de texture afin que le burger et le wrap se tiennent bien* ». Cependant, ces deux produits ne représentent que 6 % des 33 burgers proposés par l'enseigne et cette mise en avant s'est limitée à une période définie. S'agit-il vraiment d'une alimentation durable ou d'une campagne promotionnelle limitée dans le temps ?

## 5. Conclusion

Les images publicitaires véhiculent des significations qui permettront aux marques de se développer dans l'esprit des acheteurs. En théorie, les graphiques nutritionnels visent à simplifier des données pour aider les consommateurs à faire des choix plus sains. Mais son usage mercantile par certaines entreprises peut détourner cet objectif initial. Certaines stratégies communicationnelles manquent parfois de sincérité, alors que la règle première d'une communication responsable est l'authenticité et la transparence. En proposant deux sandwichs en Nutri-score A pour une durée limitée de deux mois, McDonald's vise à promouvoir des produits de qualité pour une période limitée tout en négligeant l'importance de l'alimentation durable sur le long terme. McDonald's met en avant sur son site web les produits mieux notés (A et B), ce qui peut donner l'illusion que la totalité de l'offre est plus saine. Cela encourage une perception "positive" de la marque sans refléter entièrement la réalité nutritionnelle de tous les produits proposés. De plus, la classification du Nutri-Score peut masquer les additifs ou la transformation industrielle de certains produits, cela signifie qu'un produit avec un bon score peut-être un aliment ultra-transformé. Par exemple, les salades sont notées A, sans inclure la teneur calorique des sauces, tandis que les frites (petites, moyennes ou grandes) sont notées B sans prendre en compte la taille des portions et l'ajout de sel ou de sauces. Il est important de souligner que McDonald's ne communique pas nécessairement ces informations nutritionnelles dans les pays où les préoccupations de qualité nutritive sont moindres. Ces observations soulèvent la question de la sincérité des pratiques de communication responsable, où l'authenticité et la transparence devraient être primordiales. En somme, les efforts pour promouvoir ponctuellement des produits sains s'opposent aux principes d'une alimentation durable continue, révélant un dilemme entre engagement sociétal et communication mercantile.

## Références


[1] HEBEL Pascal, « *Influence de la communication sur l'alimentation* », dans Communication & langages 2010/2 (N°164), pages 41 à 52 Editions NecPlus
[En ligne : https://www.cairn.info/revue-communication-et-langages1-2010-2-page-41.htm ].

[2] HUGOL-GENTIAL, Clémentine , 2023 « *L'alimentation durable en France : enjeux de politisation et de communication* », Communiquer [En ligne], 37 | 2023

[3] LAZUECH, Gilles. DEBUCQUET, Gervaise., 2017, « *Culture alimentaire et accord marchand local* ». Terrains & travaux, N° 31. [En ligne : https://www.cairn.info/revue-terrains-et-travaux-2017-2-page-129.htm ].

[4] NIQUETTE Manon, FOURNIER Vincent, et COUTANT Alexandre, 2023 « *L'alimentation, un phénomène communicationnel? Espaces de production des représentations et discours alimentaires* », Communiquer [En ligne], 37 | 2023.

# Charge optimale d'une batterie par une éolienne
# Convertisseur Buck-Boost avec commande analogique ou numérique

Fabrice Frugier fabrice.frugier@univ-perp.fr
Jean-Marc Rufino jean-marc.rufino@univ-perp.fr
Jacky Bresson bresson66.jb@gmail.com

IUT de Perpignan, Dépt. Génie Industriel et Maintenance.
Université Perpignan Via Domitia – 66860 Perpignan

**Thèmes –** *Énergie - Environnement - Informatique - Électronique - Mécanique*

**Résumé –** *La charge d'une batterie de 24V par une éolienne suppose deux conditions : l'adaptation parfaite de l'éolienne à la charge tout en délivrant une tension constante comprise entre 24 et 28V. Le convertisseur DC/DC abaisseur/élévateur à stockage intermédiaire inductif permet cette performance. Le Buck-Boost à pont en H non inverseur à 4-switch est commandé par une électronique temps réel analogique constituée de multiplieurs ou par un microcontrôleur Teensy 4.0 dont le cœur fonctionne à plus de 600 MHz. Dans les deux cas, l'intensité traversant l'inductance est asservie à l'intensité de consigne de façon à suivre la courbe de puissance optimale de l'aérogénérateur. Des essais en soufflerie avec une éolienne à Perpignan ont permis de valider ce concept. Notre participation au concours international GIM'EOLE 2024 à St. Nazaire s'est terminée par une première place quant à la puissance et la production d'énergie.*

**Mots-Clés –** *Convertisseur DC-DC inductif, Buck-Boost pont en H, MPPT, microcontrôleur, charge sur batterie.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *60, 63*

## Introduction

Dans la nouvelle version du concours Gim'Eole 2024, le règlement modifie la **charge résistive** qui est maintenant constituée d'une **batterie 24 V,** ce qui interdit le convertisseur des sessions précédentes [1]. Une diode à l'entrée de la charge évite un éventuel transfert d'énergie de la batterie vers l'éolienne (Fig.1).

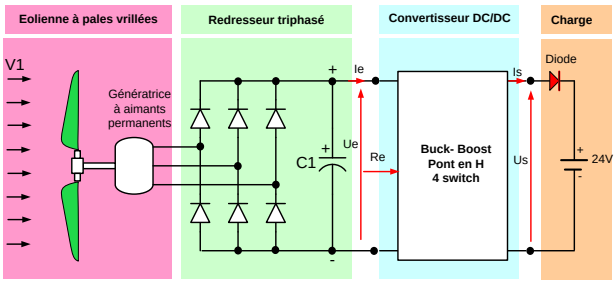



Fig.1 Schéma synoptique de la chaîne de puissance.

## Puissance optimale d'une éolienne

Pour une éolienne de surface $A=\pi R^2$, de coefficient de puissance Cp (compris entre 0 et 0,59), soumise à un vent de vitesse $V_1$, la puissance récupérée sur le rotor s'écrit :

$$P_{éolienne} = C_p P_{vent} = \frac{1}{2}\rho A C_p V_1^3 \qquad (1)$$

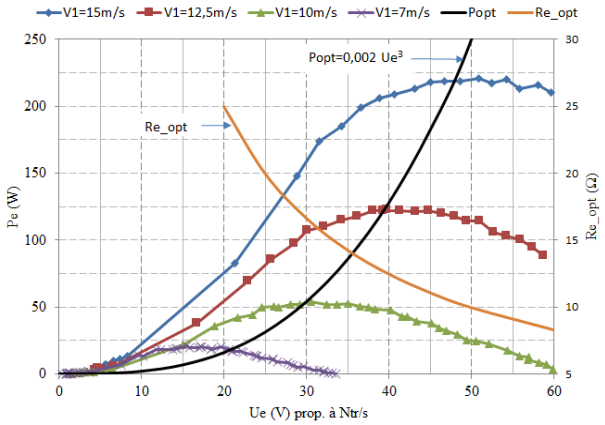



Fig.2 Puissance de l'éolienne en fonction de la tension de sortie du redresseur Ue et lieu des Pmax associé à $Re_{opt}$, pour plusieurs valeurs de la vitesse du vent.

On sait que le lieu des puissances maximales suit une loi en $\Omega^3$ ($\Omega=2\pi Ntr/s$ prop. à Ue) [1] voir figure 2 :

$$P_{éolienne\text{-}opt} = K_{opt}^{\Omega}\Omega_{opt}^3 = K_{opt}^{N}N_{opt}^3 = K_{opt}^{Ue}Ue_{opt}^3 \qquad (2)$$

Où $K_{opt}^{Ue} = 0{,}002$ dépend de la génératrice et du rotor.

Pour optimiser au mieux le transfert d'énergie, l'intensité Ie doit évoluer en $U_e^2$ et la résistance d'entrée en $1/U_e$, en effet :

$$P_{éolienne\text{-}opt} = K_{opt}^{Ue}Ue^3 = UeIe$$

$$Et : \ Re_{opt} = \frac{1}{K_{opt}^{Ue}Ue}$$

$$Soit : Ie = K_{opt}^{Ue}Ue^2 \qquad (3)$$

## 3. Structure du convertisseur DC-DC

La nouvelle architecture du convertisseur DC/DC doit à la fois, présenter en entrée la charge optimale $Re_{opt}$ (qui suit la loi $Ie=K.Ue^2$) et délivrer en sortie une tension quasiment constante entre 24 et 28V. Cette double condition nous a fait opter pour un convertisseur abaisseur/élévateur à stockage intermédiaire inductif [2] et plus particulièrement un **buck-boost à pont en H non inverseur à 4-switch** (Fig.3). Pour cette structure de convertisseur il existe 3 modes de fonctionnement :

Ue < Us → Mode boost  Ue > Us → Mode buck

Ue ≈ Us → Mode buck-boost

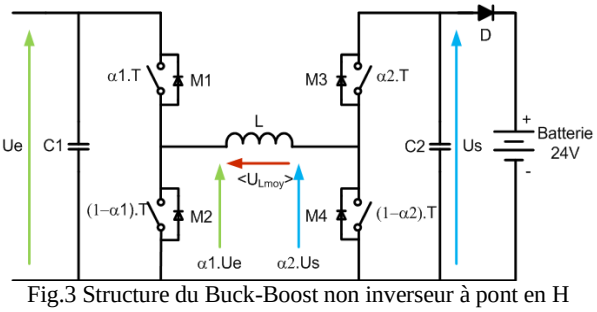
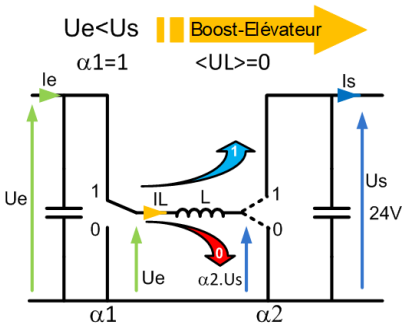



Fig.3 Structure du Buck-Boost non inverseur à pont en H

Lorsque Ue est différent de Us, on applique une **commande dite spécifique** dans laquelle on bloque l'un des deux bras à 1 pour ne faire commuter que l'autre. En régime établie, la condition de stabilité impose que la tension moyenne aux bornes de l'inductance soit égale à zéro :

$$< U_{Lmoy} >= \alpha_1 Ue - \alpha_2 Us = 0 \qquad (4)$$



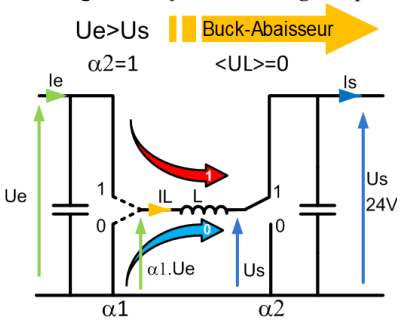

$$Ue = \alpha_2 Us$$

$$\alpha_2 = \frac{Ue}{Us}$$

$$I_{Lcons1} = Ie = KU_e^2$$

pour suivre la loi des puissances optimales

*En rouge : magnétisation de l'inductance par la source (Ue)*
*En bleu : démagnétisation de l'inductance dans la charge (Us)*
*En orange : transfert de l'énergie depuis l'entrée → sortie*




$$\alpha_1 Ue = Us$$

$$\alpha_1 = \frac{Us}{Ue}$$

$$Ie = \alpha_1 I_{Lcons2} = KU_e^2$$

$$I_{Lcons2} = \frac{KU_e^2}{\alpha_1}$$

$$I_{Lcons2} = \frac{KU_e^3}{Us} = Is$$

Ainsi, l'asservissement du courant IL dans la self à $I_{Lcons1}$ et à $I_{Lcons2}$ permet de suivre la courbe de puissance optimale et ainsi d'optimiser le transfert d'énergie depuis l'éolienne vers la batterie.

## Schéma électronique du Buck Boost

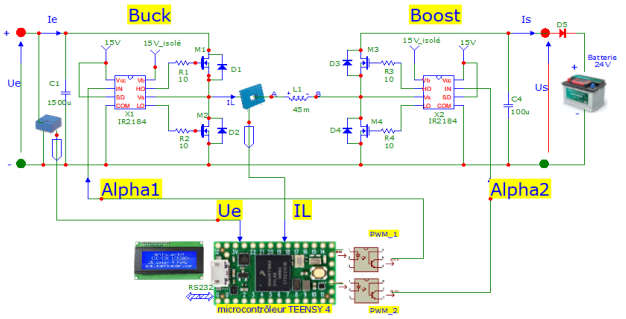



Fig. 4 Schéma électronique du BB avec sa cmd. numérique.

### 4.1. Partie puissance

Chacun des deux bras du pont en H est constitué de 2 MosFet type N (IRF3205) qui conduisent lorsque leurs « gâchettes » (G) sont polarisées positivement par rapport à leurs « sources » (S). Cette commande est issue des deux « drivers » spécialisés (IR2184) qui délivrent deux signaux complémentaires (HO et LO) de façon à ne faire conduire qu'un des 2 MosFet à la fois. La bobine L1=45mH (bobinage de 75 spires de fil ϕ= 1mm sur un tore ferrite) assure le transfert de l'énergie entre l'entrée et la sortie au rythme de la commutation des interrupteurs analogiques.

### 4.2. Partie commande

Nous avons développé deux types de commandes, l'une entièrement **analogique** et l'autre **numérique** faisant appel à un microcontrôleur.

#### a) Commande analogique

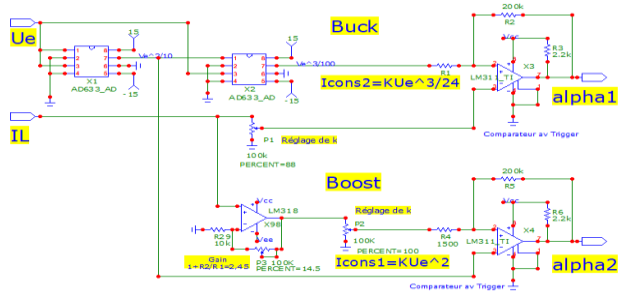



Fig. 5 Schéma électronique de la commande analogique

Deux **2 multiplieurs** analogiques (AD633) pour le Buck et un seul **multiplieur** pour le Boost assurent l'élaboration des signaux de consignes $I_{Lcons1\text{-}2}$ (Fig.5). Le courant $I_L$ (capteur à effet Hall LA55P) qui traverse la self est, en temps réel, comparé aux courants de consignes $I_{Lcons1\text{-}2}$ (comparateur trigger LM311) et génère ainsi les deux signaux PWM alpha1-2. Les potentiomètres P1 et P2 participent au réglage de la constante K.

#### b) Commande numérique

Le **microcontrôleur Teensy4.0** (Fig.4) mesure la tension d'entrée Ue (capteur de tension LV 25P) et calcule le courant de consigne $I_{Lcons1}$ ou $I_{Lcons2}$ suivant la valeur de Ue par rapport à Us=24V. Ensuite, cette consigne est comparée à la valeur de l'intensité mesurée $I_L$ traversant la self. Le résultat de cette comparaison active 2 signaux PWM alpha1 et alpha2 suivant l'organigramme figure 6.

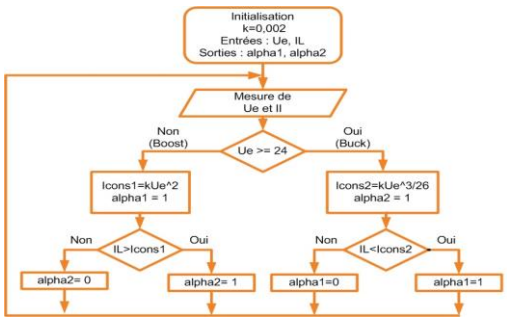



Fig.6 Organigramme du suivi de la puissance optimale MPPT

## Résultats

Des essais en soufflerie à l'IUT (Fig.7) ont permis de valider le suivi de la puissance optimale par le Buck Boost muni de sa commande numérique et analogique. Bien que ne disposant que du convertisseur Buck piloté par la commande analogique, nous avons réalisé les meilleures performances de puissance (226W) et d'énergie (15278J) au concours Gim'Eole 2024 de St.Nazaire.

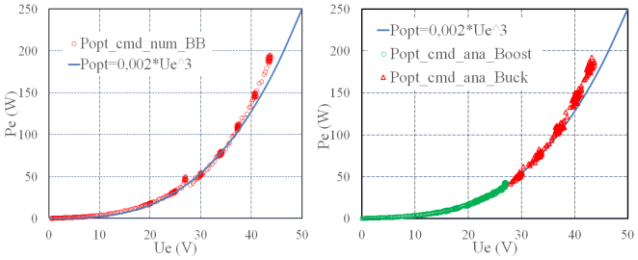



Fig.7 Essais à l'IUT Perpignan, a) BB av. cmd. numérique, b) BB av. cmd. analogique.

## Conclusion

La charge d'une batterie par une éolienne nécessite l'utilisation d'un convertisseur DC/DC de type Buck Boost non inverseur à pont en H à 4 commutateurs. Cela permet de dissocier la sortie de l'entrée et ainsi d'adapter l'éolienne à l'entrée du convertisseur tout en assurant une tension constante de 24V à 28V en sortie. L'optimisation du transfert d'énergie se fait par asservissement de l'intensité $I_L$ dans l'inductance à l'intensité de consigne $I_{Lcons1}=K.Ue^2$ dans le mode Boost ou à $I_{Lcons2}=K.Ue^3/Us$ dans le mode Buck. La commande de ces 4 commutateurs peut être analogique (utilisation de multiplieurs) ou numérique (microcontrôleur Teensy4.0).

Des essais en soufflerie avec une éolienne à Perpignan et à St. Nazaire ont montré l'utilité de ce système pour optimiser la charge d'une batterie par une éolienne.

## Références


[1] O*ptimisation du transfert d'énergie d'une éolienne par convertisseur buck-boost*, J. Bresson, F. Frugier, D. Duclos, CNRIUT'2016 Nantes, 8-9 Juin 2016.

[2] *Eoliennes ≠4 : Régulation de charge par hacheurs abaisseur/élévateur*, G. Pollet, Dept GIM, Université de Lyon1, https://www.youtube.com/watch?v=qiyUGDL73kY

# Encapsulation d'un principe actif par une technique d'auto-assemblage pour le traitement des cancers

Benoit Couturaud[1,*] benoit.couturaud@u-pec.fr
Damien Destouches[2] damien.destouches@u-pec.fr
Blandine Brissault[1] blandine.brissault@u-pec.fr

[1] IUT de Vitry, UPEC
Institut de Chimie et des Matériaux Paris-Est (ICMPE), UMR 7182, 2 rue Henri Dunant, 94320 Thiais, France

[2] IUT de Créteil, UPEC
TRePCa, F-94010 Créteil, France

**Thèmes –** *Chimie - Biologie - Santé*

**Résumé** –*Ce projet vise à développer de minuscules transporteurs, appelés nanoparticules, pour améliorer les traitements contre le cancer. Ces nanoparticules sont fabriquées grâce à une méthode innovante qui permet de les produire en une seule étape, tout en intégrant des médicaments. Deux approches ont été testées. La première permet d'enfermer un médicament utilisé en chimiothérapie, la doxorubicine (DOX), directement dans les nanoparticules pendant leur fabrication. Cela permet d'intégrer une grande quantité de médicament de manière efficace. La seconde méthode consiste à ajouter deux médicaments, la DOX et un autre appelé NAC, sur la surface des nanoparticules grâce à des réactions chimiques spécifiques. Ces nanoparticules peuvent prendre différentes formes, comme des petites sphères ou des structures plus complexes. Lors des tests en laboratoire, elles se sont révélées sans danger pour les cellules saines lorsqu'elles ne contiennent pas de médicament. En revanche, lorsqu'elles sont chargées en DOX, elles deviennent capables de tuer les cellules cancéreuses tout en étant mieux absorbées par celles-ci. Ce projet ouvre la voie à des traitements plus efficaces et plus ciblés, réduisant les effets secondaires pour les patients.*

**Mots-Clés –** *Encapsulation, polymère, cancer*

**Section(s) CNU pour cet article –** *33/32*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Introduction : Une réponse innovante aux défis médicaux modernes

Aujourd'hui, face aux défis des traitements médicaux modernes, il devient crucial de développer des outils thérapeutiques plus efficaces, ciblés, et bien tolérés par les patients. Parmi ces outils, les nanoparticules polymères (NPs) se distinguent comme des solutions prometteuses, car elles permettent de transporter des médicaments directement aux cellules malades, tout en minimisant l'exposition des tissus sains. Ce ciblage précis améliore l'efficacité thérapeutique tout en réduisant les effets secondaires non désirés.

Cependant, les méthodes traditionnelles de fabrication de nanoparticules, comme la nanoprécipitation, présentent de nombreux défis. Elles sont souvent coûteuses, complexes et peu adaptées à une production à grande échelle. En outre, ces techniques limitent la personnalisation des nanoparticules en raison de la faible concentration de polymères utilisés (<1 %), ce qui empêche de répondre aux exigences spécifiques des applications biomédicales.

Pour répondre à ces limitations, la technique PISA (Polymerization-Induced Self-Assembly, ou auto-assemblage induit par polymérisation) s'impose comme une méthode innovante.[1,2] Elle permet de créer des nanoparticules de manière simplifiée, à des concentrations de polymères élevées (jusqu'à 50 %), tout en utilisant des solvants écologiques, tels que l'eau. Ce processus combine polymérisation et auto-assemblage en une seule étape, ce qui assure la formation de nanoparticules aux tailles, formes et propriétés variées, adaptées à différents besoins thérapeutiques. En offrant un contrôle précis sur les propriétés des nanoparticules, cette méthode représente une avancée significative pour la production à grande échelle de systèmes de délivrance de médicaments.

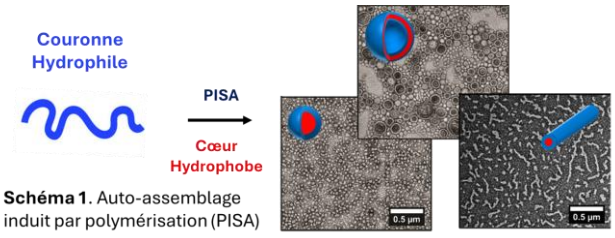



**Schéma 1.** Auto-assemblage induit par polymérisation (PISA)

Dans ce contexte, ce projet explore deux approches principales : l'encapsulation *in situ* de médicaments pendant la fabrication des nanoparticules, et la fonctionnalisation chimique de leur surface après leur production, afin de mieux adapter ces nanoparticules à des traitements spécifiques.

## 2 Développement : Une technologie polyvalente pour des traitements ciblés et personnalisés

La technique PISA offre une grande polyvalence dans la fabrication de nanoparticules polymères. Elle permet d'obtenir des structures de différentes formes, telles que des sphères, des cylindres ou des vésicules, tout en travaillant avec des concentrations de polymères élevées, ce qui simplifie considérablement le processus de production. Ces nanoparticules sont capables de transporter des médicaments directement à leurs cibles grâce à leur structure et leurs propriétés ajustées.

Le projet en cours s'intéresse à deux stratégies principales pour intégrer des médicaments dans les nanoparticules :

L'encapsulation *in situ* de médicaments : ici, le médicament est chargé directement pendant la fabrication des nanoparticules. Cela permet de protéger le médicament et d'assurer une libération contrôlée, tout en maximisant son efficacité. Par exemple, la doxorubicine (DOX), un médicament courant en chimiothérapie, a été intégrée de manière efficace au sein des nanoparticules obtenues via PISA.

La fonctionnalisation de surface : cette méthode consiste à attacher chimiquement des médicaments ou des molécules thérapeutiques sur la surface des nanoparticules après leur production. Cette étape permet d'ajouter une couche de personnalisation en fixant des agents thérapeutiques spécifiques, tels que la N-acétylcystéine (NAC) ou d'autres molécules qui ciblent des récepteurs spécifiques sur les cellules cancéreuses.

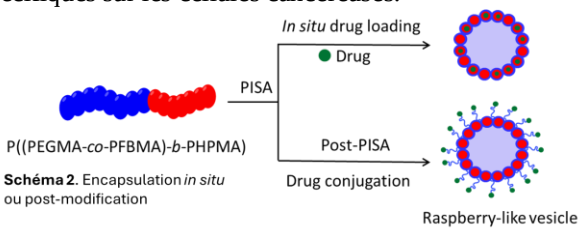



**Schéma 2.** Encapsulation *in situ* ou post-modification

Par exemple, nous avons utilisé un polymère particulier, le poly(méthacrylate de pentafluorobenzyle) (PFBMA), qui permet d'ajouter des groupements fonctionnels nécessaires à la fixation de médicaments. Grâce à des réactions chimiques spécifiques, telles que la substitution fluoro-thiol ou par carbodiimide, ces nanoparticules ont pu être facilement modifiées pour incorporer la DOX ou d'autres substances thérapeutiques.

Les tests réalisés sur des cellules cancéreuses du sein (lignées MDA-MB-231) ont révélé que les nanoparticules chargées en DOX étaient efficaces pour induire une mort cellulaire, tout en restant non toxiques lorsqu'elles n'étaient pas chargées en médicament. De plus, la combinaison de la DOX et de la NAC a montré des résultats prometteurs, permettant de réduire les effets secondaires, tels que la toxicité cardiaque associée à la

chimiothérapie, tout en maintenant une efficacité thérapeutique comparable à celle de la DOX seule.[3]

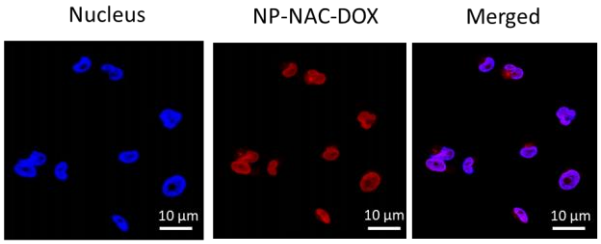



**Schéma 3**. Image confocal d'internalisation de nanoparticules, en bleu, noyau de la cellule; en rouge, le principe actif

## 3 Conclusion : Vers de nouveaux traitements personnalisés et ciblés

Ce projet a démontré que la technique PISA représente une avancée majeure dans la conception de nanoparticules polymères adaptées à des systèmes de délivrance de médicaments. Sa capacité à produire des nanoparticules en une seule étape, à des concentrations élevées, tout en offrant une personnalisation via l'encapsulation *in situ* ou la fonctionnalisation chimique, ouvre de nouvelles perspectives pour les traitements médicaux.

Ces nanoparticules, grâce à leur flexibilité et leur capacité à être ajustées selon les besoins spécifiques, pourraient être utilisées pour une large gamme d'applications thérapeutiques, notamment dans le traitement du cancer ou d'autres maladies complexes. L'avantage de la technique PISA réside dans sa simplicité, sa rentabilité et sa compatibilité avec des procédés industriels à grande échelle.

À l'avenir, cette approche pourrait être élargie à d'autres domaines, comme les infections bactériennes, les maladies inflammatoires ou les traitements ciblés pour d'autres types de cancers. En conclusion, ce projet marque une étape importante dans le développement de thérapies plus ciblées et personnalisées, offrant ainsi de nouvelles perspectives pour la médecine moderne.

## Références

[1] Foster, J. C.; Varlas, S.; Couturaud, B.; Jones, J. R.; Keogh, R.; Mathers, R. T.; O'Reilly, R. K. *Predicting Monomers for Use in Polymerization-Induced Self-Assembly*. Angew Chem Int Ed Engl 2018, 57 (48), 15733–15737. https://doi.org/10.1002/anie.201809614.

[2] Phan, H.; Taresco, V.; Penelle, J.; Couturaud, B. *Polymerisation-Induced Self-Assembly (PISA) as a Straightforward Formulation Strategy for Stimuli-Responsive Drug Delivery Systems and Biomaterials: Recent Advances.* Biomaterials Science 2021, 9 (1), 38–50. https://doi.org/10.1039/D0BM01406K.

[3] Phan, H.; Cossutta, M.; Houppe, C.; Cœur, C. L.; Prevost, S.; Cascone, I.; Courty, J.; Penelle, J.; Couturaud, B. *Polymerization-Induced Self-Assembly (PISA) for in Situ Drug Encapsulation or Drug Conjugation in Cancer Application.* Journal of Colloid and Interface Science 2022, *618, 173–184.* https://doi.org/10.1016/J.JCIS.2022.03.044.

# Les migrations. Débats et controverses dans les espaces publics contemporains

Johanne Samè
johanne.same@uha.fr

IUT de Colmar, Université de Haute-Alsace
Crésat, UR 3436
Crem, UR 3476

**Thèmes –** *Sciences de l'information et de la communication*

**Résumé –** *Cet article s'intéresse aux débats et aux controverses qui circulent dans les espaces publics au regard des questions migratoires. Plus précisément, nous centrons l'attention sur les enjeux communicationnels qui entourent la cohabitation culturelle, en nous basant sur les résultats d'une enquête ethnographique menée au sein d'une organisation non gouvernementale (ONG) de défense des droits des personnes migrantes. L'analyse porte notamment sur la manière dont cette ONG communique à destination de divers publics, dans un contexte de polarisation des opinions à l'égard des personnes en situation de migration.*

**Mots-Clés –** *Espaces publics, questions migratoires, cohabitation culturelle, enjeux de communication*

**Section(s) CNU pour cet article –** *71*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Introduction

Depuis l'année 2010, les États européens sont face à la « crise migratoire » la plus importante depuis la Seconde Guerre mondiale. Plusieurs causes sont à l'origine de cette crise. Ralph Schor (1996 : 7) explique qu'à « chaque moment historique correspond un ensemble de conditions particulières qui donne au phénomène migratoire son originalité ». Les mouvements migratoires de 2010 sont principalement liés aux révolutions du « Printemps arabe », aux conflits armés syriens et à la guerre en Irak entre les Chiites et les Sunnites depuis la chute de Saddam Hussein en 2003. Depuis 2022, d'autres événements tels que la guerre en Ukraine et le conflit israélo-palestinien ont provoqué de nombreux déplacements de populations principalement dans les pays voisins, mais aussi en France et en Europe.

Ces mouvements migratoires génèrent divers débats publics et politiques au sein des espaces publics contemporains. Notre recherche centre particulièrement l'attention sur la communication des organisations non gouvernementales (ONG) de défense des droits des personnes migrantes, qui n'ont de cesse de développer de nouvelles stratégies de communication. Ces ONG ont plusieurs objectifs : informer les publics au regard de l'actualité liée aux migrations tout en faisant une curation de l'information (Samè, 2024), sensibiliser, et témoigner afin de promouvoir des contre-propositions aux discours dominants (Dacheux, 2001 : 416). Pour ce faire, elles mobilisent un répertoire d'actions, c'est-à-dire : « les moyens par lesquels les individus agissent ensemble dans la poursuite d'intérêts communs » (Tilly, 1986) ainsi qu'un répertoire médiatique, que l'on pourrait définir comme les « formes d'action destinées à attirer les médias ou celles visant à construire ses propres moyens de communication » (Ollitrault, 1999 : 159). En faisant usage de ces répertoires, les ONG souhaitent « maximiser l'impact [de leurs] revendications » tout en affirmant une identité militante reconnaissable (Ollitrault, 1999 : 156-157). Elles espèrent, ainsi, que les situations politico-sociales qu'elles jugent problématiques évoluent vers des situations politico-sociales plus satisfaisantes.

## 2 Objectifs et méthodologie de la recherche

L'objectif de cette recherche est de comprendre comment les ONG de défense des droits des personnes migrantes communiquent et débattent de la situation des personnes dont elles défendent les droits au sein des espaces publics contemporains. Plus précisément, cette recherche examine les interactions informationnelles et communicationnelles entre ces ONG et le « jeune public », les élus politiques et les militants de ces ONG eux-mêmes, dans une perspective visant à renouveler le concept de cohabitation culturelle.

Pour ce faire, nous avons, dans le cadre de notre thèse de doctorat soutenue en 2021 (Samè, 2021), mené une enquête ethnographique au sein de l'ONG la Cimade (Comité Inter-Mouvements Auprès Des Évacués), à Aix-en-Provence, de mars 2017 à mars 2021.

La Cimade, créée le 18 octobre 1939 est une ONG à but non lucratif régie par la loi 1901. Originellement, elle intervenait auprès des populations évacuées d'Alsace et de Lorraine. Depuis plus de 80 ans, elle défend les droits des étrangers et soutient les personnes en situation de migration, les demandeurs d'asile, les exilés et les réfugiés.

Ainsi, nous avons mené des observations de terrain et participé aux activités de l'ONG, tenu un carnet de terrain, récolté des documents d'information et de communication interne et externe, conduit des entretiens semi-directifs à visée compréhensive auprès des acteurs associatifs et des salariés rencontrés sur le terrain et effectué une analyse de discours couplée à une analyse de contenu (Bardin, 2007).

## 3 Résultats et apports de l'étude

Ce travail de recherche permet d'enrichir les études sur la cohabitation culturelle en sciences de l'information et de la communication. En effet, les chercheurs en SIC se focalisent souvent sur l'impact macroscopique et économique de la notion au sein de l'Union Européenne et posent rarement la question de la cohabitation culturelle en tant qu'interaction microsociale.

### 3.1 Le retournement du stigmate : un enjeu contemporain de la cohabitation culturelle

Les enjeux contemporains de la cohabitation culturelle posent la question du « retournement du stigmate », un concept que l'on peut retrouver dans les espaces militants. Ce terme désigne en sociologie « la manière dont réagissent des personnes, et surtout des groupes, qui sont stigmatisés par la société » (Mercier, 2021), mais qui utilisent ce stigmate afin d'en faire « un élément de leur identité et un objet de fierté, en le revendiquant » (*ibid.*). Nous avons pu observer ce phénomène lors de notre enquête de terrain. L'organisation d'une exposition intitulée « Attention travail d'arabe » au sein d'un lycée à Luynes, visant à informer et à communiquer avec le jeune public sur la question de l'autre, de l'altérité, de la cohabitation culturelle et du vivre ensemble, fut pertinente à cet égard. De cette manière, cette recherche révèle aussi que, dans « nos sociétés contemporaines caractérisées par un allongement moyen du niveau des études » (*ibid.*), les militants parviennent de plus en plus à « se réapproprier les acquis des sciences [humaines et] sociales » (Ollitrault, 1999 : 141).

### 3.2 L'apolitisation impossible des ONG au regard des questions migratoires

La mise en dialogue entre l'ancrage théorique et la réalité empirique montre que l'apolitisation recherchée par certains militants de la Cimade est dépassée par les enjeux de notre société interculturelle contemporaine. Ce dernier point est illustré par la sophistication des acteurs associatifs qui cherchent à collaborer étroitement avec les élus politiques (Samè, 2023) en effectuant un travail itératif et soutenu avec ces derniers. Ainsi les bénévoles deviennent-ils des militants experts de leurs thématiques. En outre, la communication des ONG de défense des droits des personnes migrantes est fortement liée à la communication gouvernementale, notamment au regard de l'immigration, et plus particulièrement lorsque celle-ci est liée à la communication politique. Ces deux types de communication abordent des sujets qui deviennent sans nul doute politiques et soulèvent des polémiques dans les espaces publics diversifiés.

### 3.3 De la communication non gouvernementale à la « politisation du religieux »

Enfin, notre étude met en lumière des liens entre l'activité politique et l'éthique religieuse. Bien que la Cimade se revendique aujourd'hui laïque alors qu'elle était de tradition chrétienne protestante lors de sa création, certains éléments témoignent de cet héritage religieux. Par exemple, les locaux de la Cimade Aix-en-Provence se trouvent dans le Temple protestant de la ville. Par ailleurs, une salariée interrogée indiquait que « derrière la question de l'altérité il y a aussi la question de Dieu » et une bénévole d'ajouter : « toute la communauté protestante à Aix est très au courant de tout ce qui se passe [...] et je rends donc régulièrement compte au Conseil presbytéral de ce qui se fait à la Cimade ». Comme le souligne Dzovinar Kévonian (2013 : 20), « la foi, exprimée sous la forme d'une pratique positive de solidarité et de don de soi […] induit une réflexion plus générale sur les modes de l'engagement, la définition de l'action politique, [et] les identités d'appartenance des milieux associatifs confessionnels […] ».

## 4 Conclusions

Cette recherche ouvre de nombreuses pistes de réflexion sur la place qu'occupent les ONG dans les espaces publics contemporains et leurs interactions avec les différents publics. Le lien entre la communication non gouvernementale et la communication gouvernementale soulève des questions quant à la capacité des ONG à influencer les politiques publiques ou non, en matière d'immigration. En outre, la perception de la cohabitation culturelle semble mise à mal par les discours politiques et médiatiques qui circulent autour de l'accueil ou du rejet des personnes en situation de migration. Ces discours, de plus en plus polarisés, sont amplifiés par la montée en puissance de l'usage des plateformes numériques et la circulation de la désinformation en ligne (Colon, 2023). Alors que les ONG réalisent une curation de l'information pertinente (Samè, 2024), elles se trouvent désormais, confrontées à de nouveaux enjeux, notamment dans un contexte de guerre de l'information (Colon, 2023) et d'évolution des technologies de l'information et de la communication (TIC). Les algorithmes, combinés à l'usage de l'intelligence artificielle (IA) ne permettent pas d'atteindre des publics véritablement diversifiés, mais tendent plutôt à cibler des publics déjà convaincus, déjà présents et enfermés dans la « bulle filtrante » (Pariser, 2011).

## Références


[1] Bardin Laurence, *L'analyse de contenu*, Presses universitaires de France, 2007.

[2] Colon David, *La Guerre de l'information. Les États à la conquête de nos esprits*, Éditions Tallandier, 2023.

[3] Dacheux Éric, *Les associations dans l'espace public européen*, Association, démocratie et société civile, ouvrage collectif, J-L. Laville, A. Caillé, P. Chanial (Dirs.), La Découverte, 2001, p. 165 – 181.

[4] Dzovinar Kévonian, *Introduction*, La Cimade et l'accueil des réfugiés. Identités, répertoires d'actions et politique de l'asile, 1939- 1994, ouvrage collectif, D. Kévonian, G. Dreyfus-Armand, M-C. Blanc-Chaléard, M. Amar (Dirs.), Presses universitaires de Paris Nanterre, 2013, p. 13 – 23.

[5] Mercier Arnaud, *Retournement du stigmate*, Publictionnaire. Dictionnaire encyclopédique et critiques des publics, 2021.

[6] Ollitrault Sylvie, *De la caméra à la pétition-web : le répertoire médiatique des écologistes*, Réseaux, 1999/7 n°98, p. 153 – 185.

[7] Pariser Eli, *The Filter Bubble: What the Internet Is Hiding from You*, Penguin Books, London, 2011.

[8] Samè Johanne, *Une approche communicationnelle des enjeux sociopolitiques de la « cohabitation culturelle ». Société civile et espaces publics*, Thèse de doctorat en SIC, Aix-Marseille Université, 2021.

[9] Samè Johanne, *Personnes migrantes, diversité et cohabitation culturelle. Quand la société civile influence la sphère politique*, Questionner la diversité culturelle. Une mondialisation sous influences, ouvrage collectif, V. Lambert, N. Pélissier, Ştefania Bejan (Dirs.), L'Harmattan, 2023, p. 181 – 194

[10] Samè Johanne, *Désintermédiation et contre-discours des ONG : lutter contre la désinformation sur les migrations. Le cas de la Cimade*, Les Cahiers du Numérique, 2024/1 Vol 20, p. 21 – 44.

[11] Schor Ralph, *Histoire de l'immigration en France de la fin du XIXe siècle à nos jours*, Armand Colin, 1996.

[12] Tilly Charles, *The Contentious French*, Harvard University Press, 1986.

# Les photo-bioréacteurs à membranes immergées pour la culture de microalgues et l'extraction de leurs composés extracellulaires

AnthonyMassé[1,*], Rafik Balti[2], Khadija Samhat[1], Aleksandra Hajder[2], Madeleine Charbonnier[2], Nesrine Gargouch[1], Delphine Drouin[1], Hélène Marec[1], Jean-Luc Mouget[3], Jeremy Pruvost[1], Elodie Pedron[1,4], Réjean Tremblay[4], Jean-Sébastien Deschènes[4], Olivier Goncalves[1]

[1] GEPEA, CNRS UMR 6144, Nantes Université, Oniris, Saint-Nazaire, France
[2] Université Paris-Saclay, CentraleSupélec, Laboratoire de Génie des Procédés et Matériaux, Centre Européen de Biotechnologie et de Bioéconomie (CEBB), 3 rue des Rouges Terres 51110 Pomacle, France
[3] BiOSSE, Le Mans Université, Le Mans, France
[4] Institut des sciences de la mer de Rimouski, Université du Québec à Rimouski, Rimouski, Canada

[*]Anthony Massé (anthony.masse@univ-nantes.fr) : GEPEA Nantes Université, IUT de Saint-Nazaire, Département Génie Chimique – Génie des procédés

**Thèmes –** *Autre : Génie des procédés*

**Résumé –** *Les bioréacteurs à membranes sont des technologies relativement éprouvées pour le traitement des eaux, notamment par des bactéries. Cependant, leur utilisation pour de la culture de microalgues et l'extraction in-situ et en continu de composés extracellulaires est moins commune. Deux exemples d'utilisation de photo-bioréacteurs à membranes appliqués aux microalgues sont présentés : un en mode « succion » et l'autre en mode « dialyse ». Dans chacun des cas, les travaux de recherche ont permis de caractériser leur fonctionnement et leurs spécificités, à la fois d'un point de vue Biologique mais également du Génie des Procédés membranaires.*

**Mots-Clés –** *Photobioréacteur à membranes, Microalgues, Intensification.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *62.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Introduction

Une membrane de filtration constitue une barrière semi-perméable et donc sélective au passage des composés. Associée à une culture, la membrane de microfiltration ou d'ultrafiltration permet de retenir les microorganismes (levures, bactéries, microalgues) et laisser passer de plus petits composés, notamment ceux sécrétés (extracellulaires) par les cellules vivantes ([1][2][3]). Les membranes peuvent être immergées dans la culture ou placées dans une boucle à l'extérieur du bioréacteur.

Le couplage de membranes de filtration à un photo-bioréacteur utilisé pour la culture de microalgues est relativement novateur, notamment si la membrane y est intégrée (immergée – Figure 1). Ces photo-bioréacteurs à membranes (PBR-M) ont déjà été utilisés pour le traitement d'effluents ([1]) mais très peu en tant que système d'intensification de culture/raffinage de microalgues alors que les productivités en cellules algales et en composés extracellulaires peuvent être supérieures à celles obtenues avec les photo-bioréacteurs classiques. Dans ces systèmes intégrés, les cellules de microalgues mais également les composés extracellulaires extraits peuvent être valorisés. Les PBR-M offrent donc une solution robuste, compacte et intensifiée de culture de microalgues tout en permettant l'extraction simultanée de composés.

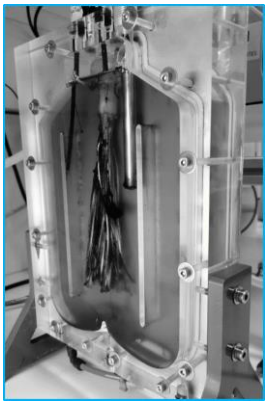


Figure 1 : Photobioréacteur à membranes pour la culture de *Haslea ostrearia* (Gargouch *et al.* 2022)

Deux travaux de recherches ont été menés sur les PBR-M appliqués aux microalgues, qui montrent l'intérêt que peut représenter la mise en place de tels systèmes membranaires pour la culture et le raffinage de microalgues.

## 2 Résultats

Le premier exemple concerne la culture en PBR-M de la diatomée *Haslea ostrearia* ([2],[3]) appartenant à la famille des *Naviculaceae*. La mise en place d'un PBR-M de 1 L (Membrane PVDF; 0,05 µm; 0,04 m²) a permis de récupérer, dans le perméat de filtration, la marennine qu'elle sécrète (pigment à haute valeur ajoutée), tout en permettant la croissance de la microalgue à de fortes concentrations cellulaires (~561 x $10^6$ Cellules.$L^{-1}$ pour le PBR-M contre 210 x $10^6$ Cellules.$L^{-1}$ pour le PBR classique fonctionnant tous les deux avec un taux de renouvellement du volume de culture, égal à 10%.$j^{-1}$). Contrairement au PBR classique, le PBR-M a permis de travailler à des taux de renouvellement élevés sans perte (lessivage) de biomasse (Figure 2).

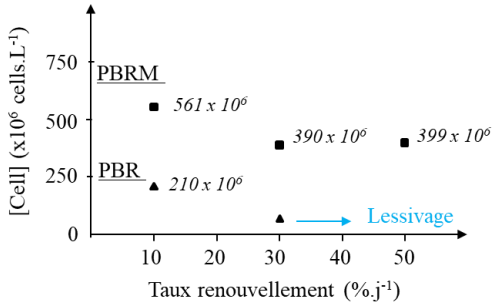



Figure 2 : Influence du taux de renouvellement d'une culture d'*Haslea ostrearia* sur la densité cellulaire

La concentration en marennine extracellulaire dans le PBR-M, ainsi que sa productivité, ont atteint des valeurs plus élevées (36 mg.$L^{-1}$ et 7.20 mg.$L^{-1}$.$j^{-1}$ respectivement) que celles référencées dans la littérature pour des PBR classiques (Figure 3).

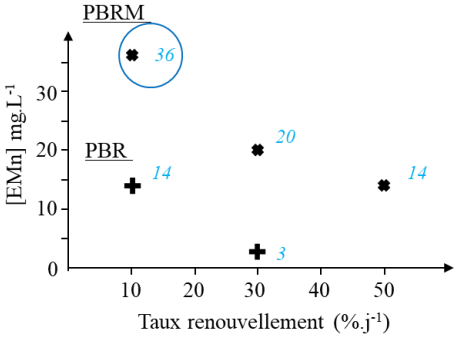



Figure 3 : Influence du taux de renouvellement d'une culture d'*Haslea ostrearia* sur la concentration en Marennine (EMn) extracellulaire

Il a également été démontré que la qualité des extraits riches en marennine, obtenus à partir des perméats, varie suivant l'état physiologique des micro-algues (phase de croissance exponentielle, stationnaire, sénescence), notamment leurs propriétés anti-oxydantes et anti-bactériennes ([4]).

Sur la base de ces premiers résultats, différentes stratégies de conduite du PBR-M pourraient être mises en place : ❶ Fonctionner à de faibles taux de renouvellement (type 10 %.$j^{-1}$) et récolter, en une seule fois (au bout de 10 jours – Figure 4), une culture très concentrée en biomasse et en marennine ; ❷ Fonctionner à de forts taux de renouvellement (type 50 %.$j^{-1}$) et privilégier le fait d'obtenir de la marennine en continu mais diluée.

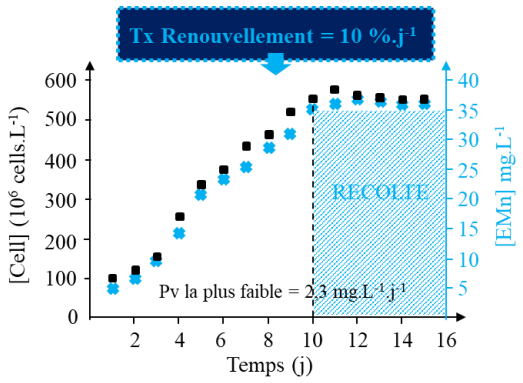



Figure 4 : Stratégie de conduite d'un PBR-M

Un PBR-M a également été utilisé pour la culture sous dialyse d'une *Chlorellacée* et l'extraction de ses composés extracellulaires. Les performances du système équipé de différentes membranes de dialyse (microfiltration) ont été comparées dans des tests de diffusion. La culture a été réalisée en mode discontinu. Les cinétiques de croissance de la biomasse ont été suivies ainsi que celles de consommation/transfert des ions (nitrates, phosphates et sulfates) et des composés extracellulaires. Les résultats ont montré que la membrane ayant les diamètres de pores les plus gros, permettait une meilleure extraction des composés extracellulaires. En revanche, la croissance algale était favorisée avec les membranes de plus petits diamètres de pores (Figure 5) ; des concentrations en matière sèche de l'ordre de 1,1 g.L$^{-1}$ étaient alors obtenues après 14 jours de culture.

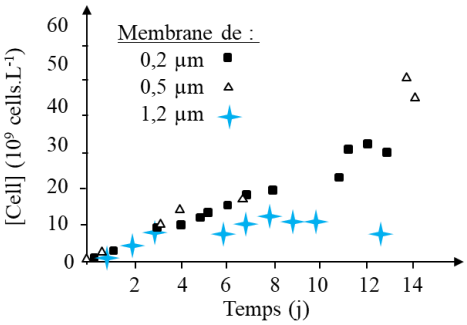



Figure 5 : Croissance algale dans le PBR-M en mode dialyse

La vitesse d'épuisement des nutriments, en particulier des nitrates, a été régulière ; la totalité des nitrates a été consommée après une semaine de culture.

## 3 Conclusion

Les deux exemples décrits précédemment, d'utilisation de PBR-M pour la culture de microalgues et l'extraction de composés extracellulaires, montrent l'intérêt que peuvent avoir ces systèmes dans l'intensification de la culture et du raffinage de microalgues.

## 4 Remerciements

Les résultats présentés sont issus de travaux financés par des fonds Européens (Union's Horizon 2020 research and innovation program under grant agreement N◦ 734708/GHaNA/H2020-MSCA-RISE-2016), de l'Institut France-Québec pour la coopération scientifique en appui au secteur maritime (IFQM), de Nantes Université, de la SATT-Ouest Valorisation [DV3638 – projet VALDEMAR] et du programme de prématuration CNRS PHOTOCOM-BIOEXTRA.

## Références

[1] Massé A., Spérandio M., Cabassud C., *Comparison of sludge characteristics and performances of a submerged membrane bioreactor and an activated sludge process at high solids retention time*, Water Research, 2006, 40 (12), p. 2405-2415

[2] Gargouch N., Touchard R., Marec H., Mouget J.L., Pruvost J., Masse A., *Submerged membrane photobioreactor for the cultivation of Haslea ostrearia and the continuous extraction of extracellular marennine*, Bioresource Technology, 2022, 350, 126922,

[3] Pedron E., Gargouch N., Mouget J.-L., Tremblay R., Deschenes J.-S., Massé A., Goncalves O., *Hybrid photobioreactor operation for the intensified production of Haslea ostrearia and marennine in function of strain variability*, Algal Research, 2023, 75, 103285

[4] Pedron E., Mouget J.-L., Duperthuy M., Mathieu-Denoncourt A., Laroche C., Tremblay R., Deschênes J.-S., Gonçalves O., Massé A., *Temporal variation of blue pigment extract production and quality in a fed-batch culture of Haslea ostrearia* (Soumis).

# Antécédents à la résistance à l'usage des outils numériques chez les salariés. Apports pour la vulnérabilité numérique.

Laure BARDIN[1]
laure.bardin@univ-orleans.fr

Laure SUGIER[2*]
laure.sugier@univ-orleans.fr

[1] IUT de l'Indre, site de Châteauroux, Université d'Orléans

[2] IUT de l'Indre, site de Châteauroux, Université d'Orléans
Laboratoire Vallorem

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Gestion*

**Résumé –** *Notre communication a pour ambition d'identifier et de classer les antécédents à la résistance face aux outils numériques, dans la sphère professionnelle. Elle permet également de faire le point sur les termes de vulnérabilité numérique et de cybervulnérabilité, utilisés indifféremment dans le langage courant, alors qu'ils ne renvoient pas aux mêmes réalités. La collecte des données est faite au sein des organisations dans lesquelles nos étudiants alternants ont observé des tensions face à la transformation numérique. Notre typologie est discutée à la lumière des travaux sur la résistance et de la théorie des pratiques.*

**Mots-Clés –** *Résistance, Outils numériques, Salariés, Vulnérabilité numérique.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *06.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

Le 10 octobre 2024, l'université Paris 1 Panthéon-Sorbonne a révélé avoir été victime d'une cyberattaque ; auparavant (le 7 octobre) c'était l'université Paris Dauphine, et encore avant Paris Saclay. Ces attaques mettent en évidence la cyber vulnérabilité des organisations, dont la définition renvoie à une faiblesse ou faille dans les programmes, logiciels et systèmes informatiques, qui rendent l'organisation sensible aux attaques malveillantes [1]**.** Or le terme de cyber vulnérabilité est employé de façon élargie par nos étudiants de BUT3 GEA. Pour eux, la cyber vulnérabilité semble faire référence aux difficultés ou éloignement des outils numériques de la part des usagers. Est en situation de cyber vulnérabilité, selon eux, un collaborateur qui préfère que ses fiches de paie ne soient pas dématérialisées, ou encore un salarié qui a des difficultés à saisir ses congés sur le logiciel de l'entreprise.

Le préfixe « cyber » vise à donner une coloration futuriste ou technologique à n'importe quel phénomène [2], et l'emploi par nos étudiants du lexème « cyber vulnérabilité » est exact synonyme de « fragilité numérique »[1]. Aussi, pour des raisons de lisibilité et afin de clarifier les multiples dimensions de la vulnérabilité numérique, nous avons fait le choix de conserver dans la suite de cette étude le préfixe « cyber », qui englobe tout ce qui touche aux ordinateurs, aux réseaux et à la technologie numérique.

Notre contribution au travers de cette communication est une typologie pour classer les différents antécédents à la résistance à l'usage des outils numériques dans le cadre professionnel, qui entraînent des formes de fragilités numériques. Si ces dernières ont été largement documentées concernant les usagers, les étudiants et les seniors dans un cadre privé, celles des salariés ont été moins explorées.

Nous présenterons les premiers résultats de cette enquête, puis les discuterons à la lumière de la littérature sur la résistance au changement et à celle de la théorie des pratiques.

## 1 Enquête sur la relation des salariés à l'usage du numérique.

Nos 25 alternants ont mené des enquêtes terrain dans leur organisation pour étudier la relation des salariés à la transformation numérique. Si leurs questionnements portent sur quatre axes : le bien-être au travail et les enjeux sociétaux et environnementaux, la cybersécurité et la fracture numérique, la majorité d'entre eux s'interroge sur les évolutions des métiers de la gestion induites par cette transition et met en évidence les résistances des collaborateurs et des clients.

Nous avons choisi de restreindre notre réflexion à la résistance des collaborateurs face au numérique. Nous avons retenu quatre catégories de freins contribuant à la vulnérabilité numérique des salariés (annexe 1 : tableau – typologie des antécédents à la résistance aux outils numériques).

## 2 Proposition d'une typologie des antécédents à la résistance face à la transformation numérique.

Les antécédents aux freins à l'usage des outils numériques se décomposent en deux catégories : des antécédents qui reposent sur des résistances individuelles (cyber-défiance et cyber-fracture) ; des antécédents qui reposent davantage sur des pratiques induites par un manque, soit de connaissances et de sensibilisation (cyber-indifférence), soit d'outils et de formation à ces outils (cyber-éloignement).

Concernant les freins liés aux résistances individuelles, notre typologie rejoint les travaux de Roux [3]. Cette autrice précise qu'il y a résistance quand une force est perçue par un individu et qu'il cherche à s'en émanciper. Ces freins peuvent être d'ordre situationnel ou individuel. Dans notre typologie, la cyber-fracture fait référence à la seconde dimension de la résistance, attachée à la variable psychologique de la propension à résister. En effet dans les sciences humaines, et plus particulièrement dans le cadre professionnel, la résistance au changement relève d'une prédisposition individuelle [4].

Concernant plus spécifiquement le domaine du numérique, selon Dado-Worou [5], les plus âgés auraient des difficultés d'apprentissage et de prise en main des nouveaux outils numériques. Pour d'autres chercheurs, l'âge n'est plus un facteur discriminant [6]. On constate que l'illectronisme ou les difficultés face aux technologies numériques sont liés avant tout au niveau d'études, or les personnes dites âgées ont souvent un niveau d'études inférieur aux plus jeunes [7]. La question de l'âge reste donc à investiguer plus en profondeur dans un cadre professionnel. Le deuxième antécédent au frein à l'usage du numérique, d'ordre individuel, est celui de la défiance

[1] *L'indice de fragilité numérique (IFN) « met en corrélation des variables socio-démographiques directement corrélées au risque de fragilité numérique des populations » (source https://lesbases.anct.gouv.fr/ressources/indice-de-fragilite-numerique et https://lamednum.coop/actions/indice-de-fragilite-numerique/ )*

face aux risques liés à la protection de ses données personnelles.

Les deux autres freins, le cyber-éloignement et la cyber-indifférence pourraient davantage être envisagés sous l'angle de la théorie des pratiques. En effet, cette théorie postule que les infrastructures matérielles à disposition des individus ont un impact sur leurs pratiques [8]. Ainsi dans le cas du cyber-éloignement les postes informatiques ne sont pas accessibles aux techniciens ou autres métiers qui ne nécessitent pas ce type de matériel dans leurs tâches professionnelles quotidiennes. Concernant la cyber-indifférence, on pourrait également considérer que les conditions matérielles de formation (campagnes d'affichage et de sensibilisation) ne sont pas mises en œuvre pour informer les collaborateurs des dangers des cyber attaques. Cette attitude peut aussi être associée au présupposé des collaborateurs selon lequel les cyberattaques seraient un problème réservé aux grandes villes et aux entreprises de l'informatique, justifiant leur peu d'implication dans les questions liées à la cybersécurité.

## Conclusion

Ces premiers éléments concernant les antécédents à la résistance à l'usage du numérique dans un cadre professionnel restent bien évidemment à approfondir et notamment en termes de manifestations et de comportements liés à ces résistances (évitement, contournement…).

**Références**


[1] Gildas AVOINE et Pascal JUNOD, *Cybersécurité et hygiène numérique au quotidien 129 bonnes pratiques à adopter pour se protéger*, Paris, Dunod. Hors collection, 2024, 272 p.

[2] Dagmar KOLARIKOVA, *À propos de la productivité lexicale actuelle du formant « cyber »*, Romanica Olomucensia. [en ligne], 2019, p. 37-51

[3] Dominique ROUX, *La résistance du consommateur : Proposition d'un cadre d'analyse*, Recherche et Applications En Marketing, 2007, p. 59-80

[4] Samia CHREIM, *Managerial frames and institutional discourses of change: employee appropriation and resistance*, Organization Studies, 2006, p.1261-1287

[5] Rosaline DADO-WOROU, *L'âge, facteur de succès ou de résistance de l'implantation de l'ERP : cas d'une entreprise au Nigéria*, Management & Avenir, 2014, p.189-207

[6] Vincent CARADEC, *Personnes âgées et objets technologiques : une perspective en termes de logique d'usage*, Revue française de sociologie, 2001, p. 117-148

[7] David WAVROCK, Grant SCHELLENBERG et Christoph SCHIMMELE, *L'utilisation d'Internet et des technologies numériques par les Canadiens avant et pendant la pandémie de COVID-19*, Rapports économiques et sociaux, 2022

[8] Sophie DUBUISSON-QUELLIER, S. et Marie PLESSZ, *La théorie des pratiques. Quels apports pour l'étude sociologique de la consommation ?* Sociologie, 2013, p.451-469


**Annexe 1** : tableau – typologie des antécédents à la résistance aux outils numériques

| **Illustration par une structure type** | **Antécédents aux freins à l'usage des outils numériques** | **Proposition de nommage** |
|---|---|---|
| Une PME avec plusieurs sites | Certains salariés ne sont pas à l'aise avec la dématérialisation et cherchent à la contourner. | Cyber-fracture<br>*De l'illectronisme au peu d'habilité.* |
| Une PME dans le domaine agro-alimentaire | Craintes relatives à l'usage de ses données personnelles | Cyber-défiance<br>*Lien avec la RGPD et méconnaissance des procédés de sécurisation numérique* |
| Un site industriel d'une grande entreprise | Certains postes ne nécessitent pas l'usage d'outils informatiques. | Cyber-éloignement<br>*Non accès à un poste informatique sur son lieu de travail, sans présupposer de frein individuel à l'usage* |
| Une collectivité territoriale | Des agents qui ne se sentent pas concernés par le problème des cyberattaques | Cyber-indifférence<br>*Manque de conscience des enjeux et risques liés à la cybersécurité* |

# La *Cli-Fi*
# Des scénarii du pire et un nouveau champ d'études fictionnelles

Régine Atzenhoffer[1,*] r.atzenhoffer@unistra.fr

Corinne Strasser[2,] corinne.strasser@unistra.fr

[1] IUT d'Illkirch
EA 3224

[2] IUT de Haguenau
EA 1341

**Thèmes –** *Lettres - Langues - Civilisation*

**Résumé –** *Le présent article est consacré à la Cli-Fi et plus particulièrement à un corpus en langue allemande. Venu des pays anglophones, ce genre littéraire à la popularité grandissante place au cœur des intrigues la dégradation anthropique de l'environnement. À la suite de la SF qui a produit des récits traduisant des inquiétudes environnementales, les fictions Cli-Fi hétéroclites, sont, elles, une prise en compte littéraire de la crise climatique devenue un réel levier narratif. Malgré une dispersion des registres et des sous-genres –* de *la science-fiction au roman post-apocalyptique en passant par le thriller et la dystopie – une vaste palette de matrices narratives et une large galerie d'auteur(e)s, la Cli-Fi pose une loupe fictionnelle sur la réalité environnementale actuelle. Attirant des traditions littéraires éloignées dont la littérature sentimentale et le teen-novel ainsi qu'un lectorat extrêmement bigarré, ce bourgeonnement fécond mérite que la recherche universitaire s'y intéresse : il convient de la définir notamment à travers ses propriétés formelles, ses thèmes, ses scénarii et ses styles d'écriture. Projection fictionnelle dans un monde futurologique résultant de toutes les conséquences du réchauffement climatique, la Cli-Fi éveille les consciences et alerte certes le lectorat sur les risques encourus mais elle permet surtout de toucher un public qui n'est pas coutumier des rapports du GIEC ou des articles scientifiques sur la question.*

**Mots-Clés –** *romans, catastrophe climatique anthropique, écologie, apocalypse, monde post-cataclysmique*

**Section(s) CNU pour cet article –** *12*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Introduction

Des thèmes comme l'environnement ou le climat sont traités dans la littérature depuis les années 1970. En 1977 déjà, Arthur Herzog mettait en garde, dans *Heat*, contre la concentration critique de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. T.C. Boyle, en 2000, et Margaret Atwood, en 2003, ont familiarisé leur lectorat avec la crise climatique à une époque où il n'était pas encore question de *Cli-Fi*, ce terme générique n'étant utilisé que depuis 2007. La fiction climatique, au kaléidoscope de formes et de scénarii, puise son inspiration dans le changement climatique anthropique. Ses principaux représentants, dont Kim Stanley Robinson, Jean-Marc Ligny et Dirk C. Fleck, s'auto-identifient comme des auteurs de science-fiction. D'autres refusent toute étiquette générique, comme M. Atwood et Jeanette Winterson, au motif que leur production doit être considérée comme étant de la fiction « littéraire » au sens large du terme.

## 2 Un vaste corpus à défricher

Les fictions climatiques demeurent marginales sur le marché du livre en France, alors qu'elles ont le vent en poupe aux États-Unis et en Allemagne. La preuve en est notamment le festival berlinois de *Cli-Fi*, le concours d'écriture de nouvelles *Cli-Fi* lancé par la maison d'édition Fischer ou les lignes éditoriales créées spécialement par Heyne, Fischer et Sauerländer pour ce genre en pleine expansion. Si de nombreux romanciers ont tiré des changements climatiques et des enjeux environnementaux des œuvres qui garnissent les rayons des librairies, cette déferlante « fiction climatique » n'a, pour l'instant, su qu'effleurer les études littéraires et n'est pas enseignée dans les départements d'études germaniques en France. Seuls quelques travaux universitaires sont consacrés au changement climatique anthropique dans la littérature et les arts [1].

Pour explorer cette terre littéraire de la *Cli-Fi* de langue allemande, nous recourons dans nos travaux, en tant que chercheures en littérature contemporaine et en civilisation, à une méthode plurielle d'analyse, souple et sans dogmatisme, fondée sur la situation des romans considérés dans leur contexte et soumis à une lecture protéiforme. Nous y examinons la thématisation de la destruction de l'environnement et le changement climatique par le biais d'« éco-thèmes » et d'« éco-motifs » en relation avec les préoccupations environnementales contemporaines. Nous problématisons les questions que soulève l'écologie littéraire quand elle s'efforce d'imaginer, à l'ombre de la catastrophe amorcée, le devenir de notre société dans des romans qui donnent à voir la condition humaine dans et avec le monde qui l'entoure ainsi que l'avenir environnemental où l'homme est, à la fois, bourreau et victime. L'analyse du discours et ses modalités constituent l'approche méthodologique de ces romans qui se veulent être dispositifs d'alerte et dans lesquels, très souvent, la catastrophe climatique annonce la fin du monde.

Ce bref article se veut un survol de la pluralité d'écritures *Cli-Fi* en langue allemande de façon à donner une idée de la richesse tant du corpus que de cet imaginaire et d'en préciser les visées.

## 3 Des œuvres « climapocalyptiques » ?

Dans les romans de la *Cli-Fi* de langue allemande, les auteurs donnent libre cours à leur imagination : érosion des terres par les pluies, froid intense ou chaleur insupportable [2], intensification des ouragans et autres anomalies météorologiques, désertification, disparition des matières premières et des espèces animales [3], recul de la banquise [4], planète en surchauffe et invivable [5], population mondiale décimée [6], végétation morbide et insectes tueurs [7], des hommes devenus des bêtes sanguinaires [8], … D'aucuns content la vie de quelques humains tentant de survivre sous des dômes alors que la Terre, telle que nous la connaissons, n'existe plus. D'elle, il ne reste qu'un amas de sable sur lequel le soleil brille impitoyablement alors qu'aucune goutte de pluie n'est tombée depuis des millénaires [9] ; d'autres encore brossent le tableau d'un monde englouti sous les eaux, où seulement cinq « éternels » ont survécu [10].

Un récit quasi-fantastique entraîne le lecteur vers un monde imaginaire fondé sur des lois futuristes, voire extraterrestres, et où tous les ressorts narratifs de « l'estrangement » sont mis à profit. Le réchauffement a entraîné un monde post-apocalyptique et l'effondrement de la société, a engendré barbarie, anarchie et un système totalitaire illustré parfaitement par le *Godland* virtuel de Martin Schäuble [11] où la vie humaine est régie par l'IA *Godmother* qui surveille, ordonne et punit. En 2061, une grande partie de la planète est devenue inhabitable ; la Sibérie et le nord de la Chine ont été fusionnés par le dictateur Swerdkov en un grand empire, le Sib-Zhung, dans lequel, grâce à des slots placés dans leur cerveau, les habitants et leur conscience, préalablement traitée et enregistrée par l'IA, peuvent être manipulés [12]. Un État répressif, avec une organisation territoriale basée sur l'exploitation des ressources primaires et de l'Homme, est mis en place. Sont donc dénoncées également dans la *Cli-Fi* des sociétés grisées par leurs capacités d'innovation, de contrôle de la nature et de l'humain.

Certains progrès scientifiques et technologiques présentent des tendances inquiétantes et dangereuses, et les scenarii oscillent entre le thriller écologique, la dystopie et la post-apocalypse. Andreas Brandhorst [13] et Theresa Hanning [14] notamment usent des codes du thriller – *first Pinch Point*, point médian, *second Pinch Point*, arc dramatique, suspense, peur, rebondissements,

climax, … – et son personnel romanesque – enquêteur, *sidekick*, antagoniste, mentor, … – pour dénoncer, entre autres, les entreprises polluantes, l'industrie chimique et pharmaceutique et les exploitants d'huile de palme déforesteurs. Dans une lutte qui n'est pas sans rappeler celle de David contre Goliath, il est donné au héros du thriller *Cli-Fi*, ce représentant du bien face aux industriels, incarnations du mal, changer le cours des choses grâce à son combat écologique.

Des utopies et des fictions relevant du *Hope Punk* ou *Solar Punk* littéraire proposent un avenir optimiste dans un monde post-catastrophe [15], où l'espèce humaine a su s'adapter aux changements climatiques et construire une société idéale du *care* bien éloignée de l'avenir sombre prédit par les scientifiques et les écologistes. Ces fictions aux protagonistes pourtant fort ordinaires prennent le contre-pied de l'avenir anxiogène du monde dystopique et post-apocalyptique : dans des métropoles futuristes, les habitants vivent en harmonie avec la nature [16] et la technologie. L'humanité, apte à rebondir face aux désastres climatiques anthropiques, agit collectivement pour enrayer la destruction de la planète Terre. Cette branche de la *Cli-Fi* délaisse donc les récits anxiogènes de fin du monde au profit d'un optimisme subversif et du mot d'ordre « Now Future » en lieu et place de l'emblématique formule « No Future ».

## 4 La fonction d'alerte de la *Cli-Fi*

La *Cli-Fi* ambitionne de toucher le « cerveau émotionnel » des lecteurs afin qu'ils se sentent concernés par l'urgence climatique car, malgré la publication d'études scientifiques et les lanceurs d'alertes, force est de constater une inaction collective. Les désastres environnementaux et climatologiques prédits par les scientifiques n'émeuvent qu'une minorité et il semblerait que le catastrophisme narré par les écrivains permettrait d'alerter la conscience collective [17]. La *Cli-Fi* ne se contente donc pas de décrire la crise climatique comme une apocalypse hypothétique ou un futur lointain, mais elle cherche à rendre attentif aux bouleversements climatiques actuels parfaitement illustrés par F. Schätzing [18], A. Eschbach [19] et L. Randt [20].

Rien n'indique cependant que la *Cli-fi* puisse avoir un impact tangible sur les consciences car une seule étude littéraire se base sur sa réception et révèle qu'elle ne touche pas, actuellement, les lecteurs climato-sceptiques [21]. Or, nul changement de mentalité ou sociétal ne peut s'opérer sans médiation par la littérature, les arts et la culture. Les représentations et contenus qui s'y produisent jouent un rôle important dans les manières d'appréhender le monde et d'envisager son avenir. La fiction devient, dès lors, outil de vulgarisation et de sensibilisation aux conséquences du changement climatique. Certains auteurs politisent cette question et mettent en accusation des processus économiques et sociaux pour expliquer l'évolution du climat planétaire, là où d'autres proposent un imaginaire alternatif, optimiste et résilient.

Notre présente exploration de la *Cli-Fi* de langue allemand est loin d'être exhaustive. Il ne s'agit là que de pistes de recherche qui sauront certainement trouver écho auprès d'autres chercheurs prêts à explorer, comme nous, les questions environnementales dans ce corpus.

## Références


[1] P. ex. Axel Goodbody, *Cli-Fi*, Oxford, Peter Lang, 2019

[2] Alexander Sperling, *Glashauseffekt*, München, &Töchter, 2020

[3] Manuel Schmitt, *Die invasive Art*, München, Knaur TB, 2024

[4] Helwig Brunner, *Flirren*, Graz, Literaturverlag Droschl, 2024

[5] Julian Lippert, *Welt ohne Unschuld*, e-book, Kindle Store, 2023

[6] Thomas Cadene, *Soon: Die Welt im Jahr 2151*, Hamburg, Carlsen Comics, 2020

[7] Lisa-Marie Reuter, *Exit this City*, Frankfurt/Main, Fischer, 2021

[8] Rainer Wekwerth, *Tödliche Wildnis*, Stuttgart, Thienemann-Esslinger, 2022

[9] Silke Hoffmann, *Sternenstaub*, Books on Demand, 2021

[10] Anne Reineke, *Hinter den Mauern der Ozean*, Zürich, Diogenes, 2024

[11] Martin Schäuble, *Godland*, Frankfurt/Main, Fischer, 2024

[12] Christian Günther, *SibZhun*g, Books on Demand, 2023

[13] Andreas Brandhorst, *Oxygen*, Frankfurt/Main, Fischer, 2023

[14] Theresa Hannig, *Parts Per Million*, Frankfurt/Main, Fischer, 2024

[15] Norbert Fiks, *2101 - Was aus uns wurde*, Radeberg, Moderne Phantastik, 2020

[16] Tino Falke, *Sonnenseiten*, Books on Demand, 2022

[17] George Marshal, *Le syndrome de l'autruche*, Arles, Actes Sud, 2014

[18] Frank Schätzling, *Der Schwarm*, Frankfurt/Main, Fischer, 2009

[19] Andreas Eschbach, *Ausgebrannt*, Köln, Lübbe, 2023

[20] Leif Randt, *Planet Magnon*, Köln, KiWi, 2017

[21] Matthew Schneider-Mayerson, *The Influence of Climate Fiction : an Empirical Survey of Readers*, Environmental Humanities, vol. 10, n° 2, 2018, p. 478

# Représentation de la fréquence en fonction du temps d'un signal à l'aide d'un smartphone et d'une flute à coulisse

Régis Barillé[1,*]
regis.barille@univ-angers.fr

[1] IUT d'Angers
GEII

**Thèmes –** *Traitement du signal*

**Résumé –***La représentation de la fréquence d'un signal 'chirp' en fonction du temps est étudiée à l'aide d'un smartphone et d'une flute à coulisse. Une brève introduction aux signaux 'chirp' est faite avec deux exemples enregistrés et joués avec la flute à coulisse. L'étude est ensuite élargie avec l'introduction de modèles de vocalisation d'oiseaux et la manière de les reproduire avec la flute. Un exemple de vocalisation d'un oiseau européen très commun écouté dans les jardins est pris en considération : la mésange bleue. La reproduction de cette vocalisation d'oiseau avec le sifflet à coulisse montre une bonne concordance entre le motif de l'oiseau et le motif sonore obtenu avec la flute.*

**Mots-Clés –** *Chirp, spectrogramme, chant d'oiseaux,*

**Section(s) CNU pour cet article –** *63.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –***NON*

## 1 Introduction

Peu d'études présentent des expériences didactiques sur la relation entre la fréquence et le temps dans le but de détailler la relation entre les signaux et leur transformation fréquence-temps.

Un signal avec une modulation de fréquence dans le temps et une modulation d'amplitude avec une enveloppe est appelé '*chirp*' [1]. La fréquence du signal chirp peut varier de basse à haute fréquence (up-chirp) ou de haute à basse fréquence (low-chirp). Le signal chirp est l'un des premiers signaux bio-inspirés couramment utilisés en radiofréquence.

L'objectif de l'étude est de sensibiliser les élèves aux signaux *chirp* à l'aide d'un smartphone et d'une flute à coulisse. L'étude est ensuite prolongée par l'introduction de vocalisations d'oiseaux et la manière de les reproduire avec une flute à coulisse.

## 2 Signal '*Chirp*'

Un signal chirp est un signal dont les fréquences varient dans le temps. Considérons un signal sinusoïdal comme forme générique d'un signal chirp avec : $u(t) = Asin(f(t))$. $f(t)$ est la phase instantanée. La fréquence instantanée du signal à tout instant $t$ est définie comme la différentielle de la phase instantanée de la sinusoïde à l'instant $t$ et $(w(t) = 2\pi\phi(t) = \phi'(t) = d\phi(t)/dt)$. La phase de la sinusoïde augmente comme suit : $\phi(t + \Delta t) \approx \phi(t) + 2\pi f(t)\Delta t$.

La fonction de phase $f(t)$ peut être écrite avec n'importe quelle fonction analytique particulière. Par exemple, une fonction avec un chirp linéaire simple avec une fréquence instantanée variant linéairement avec le temps est définie par :

$$f(t) = ct + f_0$$

L'approche la plus simple de la représentation temps-fréquence consiste à étudier séquentiellement le signal sur un court laps de temps avec une fenêtre mobile $w(t)$ jusqu'au signal $u(t)$, puis à calculer la transformée de Fourier à l'intérieur de la fenêtre temporelle. Un *spectrogramme* est une représentation visuelle de la transformée de Fourier dans une fenêtre temporelle (TFFT). Le *spectrogramme* est défini comme la magnitude au carré de la TFFT du signal à l'intérieur de la fenêtre. Il s'agit d'une carte visuelle en 2D où l'axe horizontal représente le temps et l'axe vertical la fréquence.

## 3 La flute à coulisse

Le corps du sifflet à coulisse est constitué d'un tube cylindrique unique, sans trou pour les doigts. L'extrémité du tube est fermée par un capuchon en plastique qui peut laisser passer une tige en plastique (fig. 2c). A l'intérieur du tube, cette tige se termine par une tête de piston de même diamètre que le tube. Un effet de raccourcissement et d'allongement de la cavité d'air de l'onde stationnaire est obtenu en produisant des fréquences plus élevées et plus basses.

Fig.1 : Mésange bleue

La gamme des fréquences du sifflet à coulisse s'étend d'environ 1 kHz à 400 Hz, ce qui correspond aux notes DO5 à SOL3.

## 4 Résultats

Afin de montrer les possibilités d'utilisation du spectrogramme pour la compréhension des signaux, un exemple est appliqué aux vocalisations d'oiseaux [2, 3]. Les ondes sonores des oiseaux peuvent être analysées à l'aide de six caractéristiques du spectrogramme : la durée du son ($t_{final}$-$t_{start}$), la hauteur (fréquence ou note), l'intensité sonore, la tonalité, la texture sonore et la localisation spatiale. Un spectrogramme contient plusieurs harmoniques pendant un intervalle de temps.

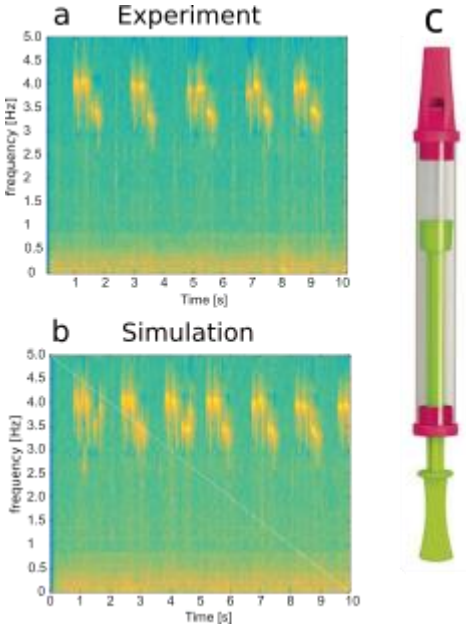



Fig. 2 : spectrogramme du chant a) d'une mésange enregistrée et b) reproduit avec c) la flute à coulisse

Les spectrogrammes sont obtenus à l'aide de l'application smartphone « audizr » [4]

Le chant de la mésange bleue (fig. 1) est présenté dans la figure 2 [5]. Le chant de la mésange bleue peut être trillé (chant trillé) ou non trillé (chant non trillé). Le trille de la mésange bleue est une série de notes identiques répétées en séquences à un rythme très rapide.

La reproduction du chant de la mésange bleue avec le sifflet se fait en ajustant la séquence des coups et en déplaçant simultanément et brièvement le piston vers l'avant et vers l'arrière à l'intérieur du tube pour recréer les sons du chant.

## 5 Conclusions

En conclusion, les expressions vocales des oiseaux et leur visualisation dans un spectrogramme conduisent à différents aspects de la physique concernant l'acoustique des tons de chant des oiseaux. Le spectrogramme révèle le spectre de Fourier sur les fenêtres mobiles, le taux de vibrato, l'étendue du vibrato, les variations de timbre, et permet à un élève de mesurer les fréquences, la modulation de fréquence et l'étendue du vibrato. L'application pour smartphone donne aux élèves le lien entre la physique (acoustique) et le comportement animal, ainsi que d'une grande variété d'activités liées au temps et à la fréquence.

## Références

[1] S. C. Bloch, Introduction to Chirp Concepts with a Cheap Chirp Radar, Am. J. of Physics, 41, 857 (1973).

[2] C. K. Catchpole, P. J. B. Slater, Bird Song: Biological Themes and Variations, Cambridge University Press, (2008).

[3] C. Doutrelant, T. Aubin, S. Hitier, M. M. Lambrechts, 'Two distinct song populations of blue tit *Parus Caeruleusin* the French meditarranean, Bioacoustics, 1998, Vol. 9, pp. 1-16.

[4] https://play.google.com/store/apps/details?id=audizr.android&hl=fr&gl=US.

[5] https://play.google.com/store/apps/details?id=de.tu_chemnitz.mi.kahst.birdnet&hl=fr&gl=US

# Analyse et Modélisation des Comportements des Étudiants dans un Environnement d'Apprentissage : Approches par Clustering et Réseaux de Neurones récurrents

*Grota Abdelkader*[2,*] *Mohammed Errital*i [1,2,*] *Patrick Etcheverry* [1]
*Thierry Nodenot* [1]

abdelkader.grota@usms.ac.ma merritali@iutbayonne.univ-pau.fr
patrick.etcheverry@iutbayonne.univ-pau.fr heverry@iutbayonne.univ-pau.fr

[1] *T2I, Laboratoire LIUPPA, IUT de Bayonne, France*
[2] *Data4Earth Laboratory, Faculty of Sciences and Techniques* ,
*University Sultan Moulay Slimane, Beni Mellal, Morocco.*

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Informatique*

**Résumé –** *Cette étude analyse les comportements des étudiants en programmation à partir des journaux de leurs sessions d'apprentissage. En utilisant l'algorithme de clustering K-means, nous avons regroupé les étudiants en trois profils : les étudiants en difficulté, caractérisés par des corrections fréquentes et des compilations échouées ; les étudiants autonomes, progressant de manière stable avec peu d'erreurs ; et les étudiants recherchant des ressources externes, utilisant régulièrement des navigateurs pour trouver des solutions. Pour approfondir l'analyse, un modèle basé sur un réseau neuronal récurrent (RNN) avec un mécanisme d'attention a été développé. Ce modèle traite les séquences d'actions pour détecter les difficultés potentielles, en se concentrant sur des indicateurs tels que les retours arrière fréquents et les sessions prolongées sans progression. Les résultats montrent une précision de 92,5% dans l'identification des étudiants à risque, offrant ainsi un outil efficace pour anticiper les besoins d'assistance et améliorer l'accompagnement pédagogique.*

**Mots-clés –** *Analyse de logs, Clustering , Modélisation séquentielle ,Réseau neuronal avec attention*

**Section(s) CNU pour cet article –** *27*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *OUI*

# 1 Introduction

Avec l'essor des outils numériques, l'éducation en ligne génère une multitude de données sur les interactions des étudiants. Ces données (appelées **logs**) enregistrent toutes les actions effectuées par les apprenants : *écrire du code*, *corriger des erreurs*, *consulter des ressources externes ou encore compiler un programme*. Ces **logs** fournissent une vision détaillée (et chronologique) des comportements d'apprentissage, offrant ainsi une opportunité précieuse pour mieux comprendre les difficultés rencontrées et les styles d'apprentissage. Dans notre étude, nous avons exploité ces logs pour analyser les comportements des étudiants en programmation. Les données ont été extraites sous forme de fichiers organisés par type d'interactions : les erreurs,les réussites et les consultations de ressources. Cependant, l'interprétation des logs peut s'avérer complexe, parce que chaque apprenant a une approche unique. Bien que nous ayons des résultats intéressants, il reste encore beaucoup à découvrir. En traitant ces fichiers, nous avons extrait des caractéristiques clés des comportements étudiants. En appliquant des techniques d'analyse avancées, comme le **clustering** et la **réduction de dimension**, nous avons identifié des groupes d'étudiants ayant des comportements similaires. Cependant, ces analyses permettent de proposer des interventions pédagogiques ciblées. Cela aide, non seulement les enseignants, mais aussi les étudiants à recevoir un soutien personnalisé, en particulier à ceux qui rencontrent des difficultés.

Enfin, pour aller au-delà de la simple segmentation des groupes, nous avons développé un modèle prédictif basé sur **un réseau neuronal récurrent (RNN)** avec une **couche d'attention**. Ce modèle est conçu pour analyser les séquences d'actions des étudiants, en identifiant les moments où des comportements spécifiques, comme des corrections fréquentes ou des compilations échouées, signalent une difficulté. En combinant l'analyse des clusters et la prédiction des difficultés, cette étude propose une approche complète pour mieux comprendre et accompagner les étudiants dans leur apprentissage.

L'objectif final de cette recherche est d'améliorer l'expérience d'apprentissage en ligne, parce que cela repose sur une meilleure compréhension des besoins spécifiques des étudiants, en utilisant les données numériques qu'ils génèrent au cours de leurs sessions.

# 2 Analyse des Fichiers Logs et Application du Clustering

L'analyse des fichiers **logs** des étudiants est essentielle pour comprendre leurs comportements d'apprentissage. Chaque action effectuée au cours d'une session d'apprentissage, qu'il s'agisse de corriger une erreur, de modifier un fichier, ou de consulter des ressources externes, est une indication précieuse sur leur progression ou leurs difficultés. Dans cette section, nous expliquons comment nous avons traité ces données pour identifier des groupes d'étudiants ayant des comportements similaires.

## 2.1 Préparation et Fusion des Données

Pour centraliser les informations provenant des différentes sources, nous avons fusionné les données extraites des fichiers *lesMots.csv*, *lesActionsDeProduction.csv*, et *lesActionsSurLogiciel.csv*. Chaque fichier contient des informations spécifiques :

- *lesMots.csv* : Enregistre les actions de correction et d'exécution de code.
- *lesActionsDeProduction.csv* : Suivi des modifications de fichiers, notamment les variations de taille.
- *lesActionsSurLogiciel.csv* : Enregistre les interactions avec des outils externes, comme les navigateurs.

Les données ont été fusionnées en un tableau unique trié par *identifiant étudiant* et *horodatage*. Cette préparation a permis de créer des séquences ordonnées, essentielles pour analyser les comportements dans leur contexte chronologique.

## 2.2 Application du Clustering

Pour mieux comprendre les comportements d'apprentissage des étudiants, nous avons utilisé une méthode appelée **clustering**, qui regroupe les données en fonction de leurs **similarités**. Cette approche permet d'identifier des groupes d'étudiants ayant des comportements **similaires**. Dans notre cas, nous avons appliqué l'algorithme **K-means**, une technique qui divise les étudiants en plusieurs groupes (ou **clusters**) en fonction de leurs interactions, comme les corrections fréquentes, les compilations échouées ou l'utilisation de ressources externes.

Le nombre optimal de groupes a été déterminé à l'aide de la **méthode du coude**. Cette méthode consiste à analyser la manière dont les groupes se forment en fonction d'un critère appelé inertie (mesure de la cohésion interne des groupes). Nous avons observé que l'inertie diminuait rapidement jusqu'à trois groupes, au-delà desquels elle se stabilisait. Cela signifie que diviser les étudiants en trois **clusters** permet de capturer efficacement leurs similitudes sans complexité inutile.

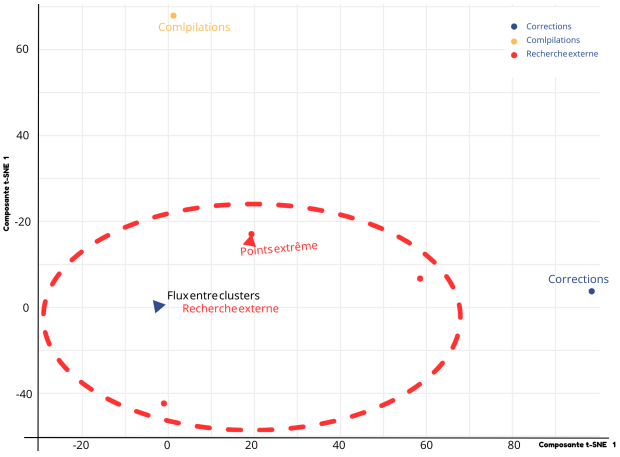



FIGURE 1 – Application du Clustering

Une fois les clusters formés, nous avons identifié trois profils principaux parmi les étudiants :

- **Étudiants en difficulté** : Ce groupe se caractérise par un nombre élevé de corrections et de compilations échouées, indiquant des problèmes récurrents nécessitant un accompagnement pédagogique.
- **Étudiants autonomes** : Ces étudiants progressent de manière stable, avec peu de corrections et une utilisation limitée de ressources externes, suggérant qu'ils rencontrent peu de difficultés.
- **Étudiants recherchant des ressources externes** : Ce

groupe utilise fréquemment des outils comme des navigateurs web pour trouver des solutions, ce qui peut indiquer un besoin d'aide supplémentaire.

Pour mieux visualiser ces clusters, nous avons appliqué **une Analyse en Composantes Principales (PCA)**. Cette technique réduit la dimensionnalité des données tout en conservant les informations essentielles. En projetant les données dans un espace en deux dimensions, nous avons pu représenter visuellement les clusters. Cette visualisation montre des groupes bien distincts, facilitant ainsi l'interprétation des comportements et des différences entre les étudiants.La **PCA** permet non seulement de confirmer la pertinence des clusters, mais également de simplifier la communication des résultats à un public plus large.

# 3 Implémentation d'un Modèle A-RNN avec Attention

Pour analyser en profondeur les comportements d'apprentissage des étudiants, nous avons développé un modèle basé sur un **réseau neuronal récurrent (RNN)** avec un **mécanisme d'attention**. Ce modèle est particulièrement adapté à l'analyse de **séquences temporelles**, telles que les actions des étudiants enregistrées dans les **logs**, et permet de mettre en évidence les moments clés où un étudiant pourrait rencontrer des difficultés.

## 3.1 Indicateurs de Difficulté

Avant de modéliser les comportements, nous avons identifié des actions spécifiques qui pourraient signaler des difficultés d'apprentissage. Par exemple, un étudiant qui utilise fréquemment la touche **retour arrière (backspace)** pourrait être en train de corriger des erreurs répétées sans succès. De même, des **compilations échouées fréquentes** révèlent souvent des problèmes syntaxiques ou logiques dans le code. Une autre indication est le **temps de session** : une longue durée sans progression significative peut suggérer un blocage. Enfin, la consultation fréquente de **ressources externes**, comme des navigateurs web, peut indiquer que l'étudiant cherche activement de l'aide. Ces indicateurs ont été sélectionnés pour construire un **jeu de caractéristiques** reflétant les comportements clés des étudiants.

## 3.2 Extraction des Caractéristiques

À partir des logs, nous avons extrait des **métriques spécifiques** pour chaque étudiant, telles que :

- Le **nombre de retours arrière**, qui reflète des corrections fréquentes.
- Le **nombre de compilations échouées**, indiquant des problèmes récurrents.
- Le **nombre total d'actions** dans une session, qui mesure l'activité globale.
- La **durée de la session**, particulièrement significative si elle est associée à une absence de progrès.

Ces caractéristiques, issues des fichiers *lesMots.csv*, *lesActionsDeProduction.csv* et *lesActionsSurLogiciel.csv*, ont été transformées en **séquences chronologiques**, chaque séquence représentant un ensemble d'actions successives.

## 3.3 Modélisation des Séquences d'Actions

Pour capturer les relations temporelles entre les actions des étudiants, nous avons choisi un modèle de **réseau neuronal récurrent (RNN)**. Contrairement aux modèles traditionnels, les RNN sont capables de "mémoriser" les événements passés dans une séquence, ce qui leur permet de mieux comprendre le **contexte** dans lequel une action particulière, comme une compilation échouée, se produit. Nous avons également intégré un **mécanisme d'attention** dans le modèle. Ce mécanisme attribue une importance spécifique à certaines actions de la séquence, comme des retours arrière fréquents ou des compilations échouées juste avant la fin d'une session. Cela permet au modèle de se concentrer sur les moments clés qui pourraient indiquer une difficulté.

## 3.4 Préparation des Données

Les données ont été préparées en organisant les actions de chaque étudiant sous forme de **séquences temporelles**. Chaque séquence correspond à un groupe d'actions successives et est associée à un **label** indiquant si l'étudiant a terminé ou non l'exercice en question. Cette information, tirée du champ **exerciceFiniIndique**, est utilisée pour entraîner le modèle à prédire les difficultés potentielles des étudiants.

## 3.5 Modèle RNN avec Attention et Entraînement

Le modèle est composé de deux parties principales : une **couche RNN** pour capturer les **dépendances temporelles** et une **couche d'attention** pour mettre en avant les actions significatives. Une fois les données préparées, le modèle a été entraîné sur les séquences d'actions. La fonction de perte utilisée est la **binary_crossentropy**, adaptée pour la classification binaire, et l'optimiseur **Adam** a été choisi pour ajuster les poids du modèle. Les performances ont été évaluées à l'aide de métriques standard comme la **précision**, le **rappel** et le **score F1**.

## 3.6 Résultats Préliminaires

Après l'entraînement, le modèle a atteint une **précision** de **92,5 %** sur les données de test. Il s'est révélé particulièrement efficace pour identifier les exercices non terminés, avec un taux de réussite de **82 %** pour détecter les étudiants en difficulté. Les résultats montrent que les indicateurs comme les **compilations échouées** et les **corrections fréquentes** sont fortement corrélés aux difficultés. De plus, le **mécanisme d'attention** a permis de visualiser les moments clés d'une session, offrant une meilleure interprétation des comportements problématiques.

# Références


[1] A. Solahudin, S.E. Fatimah, *Factors affecting affective commitment*, Applied Science and Convergence Technology, 2023.

[2] Y. Wang, T. Li, J. You, X. Zhang, C. Geng, *Detecting and Classifying Problematic Behavior : A Method Based on Multi-Dimensional Software Modeling Behavioral Characteristics*, Proceedings of the ACM on Computing Education, 2022.

[3] T. Kanungo, D. M. Mount, N. S. Netanyahu, C. D. Piatko, R. Silverman, and A. Y. Wu, "An efficient k-means clustering algorithm"24, no. 7, pp. 881–892, 2002.

# Détection de l'état de fatigue chez les jeunes joueurs de tennis de table par apprentissage supervisé

Thibault DELUMEAU[1*], Christophe PLOT[1], Éric LE CARPENTIER[2], Thibault DESCHAMPS[3], Pierre MOUSSEAU[1*]

thibault.delumeau@univ-nantes.fr pierre.mousseau@univ-nantes.fr

[1] IUT de Nantes, *Nantes Université, Oniris, CNRS, GEPEA, UMR 6144 F-44000 Nantes, France*

[2] *Nantes Université, École Centrale Nantes, CNRS, LS2N, UMR 6004, F-44000 Nantes, France*

[3] *Nantes Université, Mouvement - Interactions - Performance, MIP, UR4334, F-44000 Nantes, France*

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes** –- *Sciences du sport - Informatique - Électronique*

**Résumé –** *La fatigue est connue pour affecter la performance sportive, ses différents effets sur la performance ont été démontrées au travers des nombreux travaux de recherches, cependant le travail de la détection de la fatigue lui n'a été que très peu traité dans la littérature. Ce travail de recherche présente une méthode de détection de la fatigue chez les joueurs de tennis de table basée sur la mesure de grandeurs physiques par une raquette instrumentée et d'algorithmes d'apprentissage supervisés.*

**Mots-Clés –** *tennis de table, fatigue, instrumentation, apprentissage supervisé*

**Section(s) CNU pour cet article** *61- Génie informatique, automatique et traitement du signal, 74- Sciences et techniques des activités physiques et sportives*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

# 1 Introduction

Le tennis de table est un sport très dynamique mêlant technique, vitesse d'exécution et stratégie. Tout comme dans de nombreux sports, les joueurs sont sujets à des perturbations de leur état physiologique, notamment dans le cas des joueurs de haut niveau. Il est connu que la fatigue, selon sa nature, influe sur la performance sportive [1], [2] et le tennis de table ne fait pas exception à cette règle. La détection de fatigue est un sujet de recherche très souvent basé sur des modèles complexes de réseaux de neurones, mais aussi des modèles plus accessibles tels que des algorithmes d'apprentissage supervisés. Ces modèles utilisent un certain nombre de signaux de mesures en entrées, et plus fréquemment des signaux accélérométriques sensibles à la fatigue [3].

Ce travail s'intéressera à la détection de l'état de fatigue à partir d'algorithmes d'apprentissage supervisé.

# 2 Matériel et méthodes

## 2.1 Protocole de fatigue

Afin d'obtenir des données liées à la fatigue de jeunes joueurs, un protocole d'induction de fatigue a été défini selon les travaux de *Y. Le Mansec* [4] et est présenté en Figure 1.

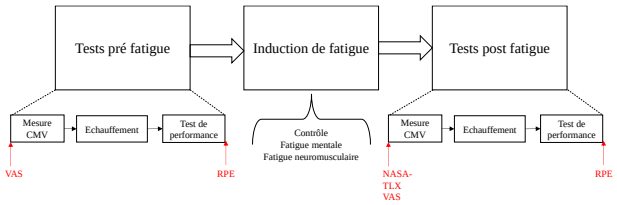



FIGURE 1- PROTOCOLE D'INDUCTION DE FATIGUE

L'étude se focalise sur deux conditions de fatigue :la fatigue mentale (*FM*), liée à une charge cognitive importante ainsi que la fatigue physique (*FP*), liée à la charge d'un groupe musculaire ciblé. Nous avons ciblé le *biceps brachial* car il est considéré comme sensible à la fatigue [4]. Une condition dite de contrôle (*C*) dans lequel l'état du joueur n'est pas altéré a également été évaluée comme condition témoin.

Une évaluation du sentiment subjectif de fatigue du joueur a été mesuré avec une échelle visuelle analogique en début de chaque session pré et post induction. Une mesure de la contraction maximale volontaire du joueur est réalisée afin d'obtenir une force de référence. Une mesure de l'effort perçu après le test de performance a été réalisé à l'aide d'une *échelle de Borg modèle CR-10* [5], [6]. Enfin une mesure de la charge de travail perçue a été mesurée après l'induction de fatigue à l'aide d'un questionnaire *NASA-TLX*.

Enfin le test de performance consiste en la réalisation de 4 exercices différent :

- Un coup droit sur balle liftée et coupée
- Un revers sur balle liftée et coupée

La mesure des profils accélérométriques et de pression de la raquette a été réalisée grâce à une raquette de tennis de table instrumentée. Le panel de participant est constitué de neuf jeunes garçons issus des pôles France et Espoirs d'âge moyen 15±4 ans dont 5 droitiers et 4 gauchers.

## 2.2 Instrumentation

Les mesures réalisées lors de cette campagne expérimentale permettent d'appréhender différents aspects de la performance au tennis de table. La mesure de paramètres cinétique de la balle (vitesse et vitesse de rotation) a été réalisé à l'aide de mesures optiques au niveau du filet. La position de l'impact de balle après la frappe a été reconstituée à l'aide d'une méthode de multilatération. Enfin, le profil de la gestuelle a été mesuré grâce à une raquette instrumentée présentée en Figure 2.

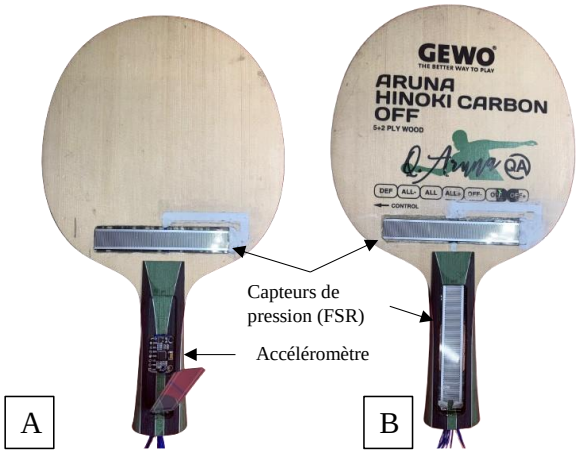



FIGURE 2 RAQUETTE INSTRUMENTEE VUE DES DEUX FACES. A/ ACCELEROMETRE VISIBLE B/ CAPTEURS DE PRESSION EN PLACE

La raquette instrumentée permet l'acquisition du profil d'accélération du joueur en mouvement grâce à un accéléromètre embarqué dans le manche (Figure 2.A). La raquette permet aussi la mesure du profil de pression appliquée par le joueur grâce à des capteurs de forces résistifs (*FSR*). Cette mesure est réalisée de part et d'autre du manche, ainsi que sur la pince (serrage pouce-index). Les capteurs ont été placés de manière symétrique de chaque côté de la raquette.

# 3 Résultats

Afin de déterminer l'état de fatigue du joueur par des algorithmes d'apprentissage supervisé, il convient de

créer un jeu de données d'entrainement et de test à partir des mesures récoltées. Le Tableau 1 donne la répartition des états de fatigue dans le jeu de données. Les entrées du modèle sont composées des signatures en accélération et en pression des mouvements du joueur, la sortie est l'état du joueur.

TABLEAU 1 REPARTITION DU JEU DE DONNEES

| *Etat* | *Jeu d'entrainement* | *Jeu de test* | *Total* |
|---|---|---|---|
| *Contrôle (C)* | 618 | 157 | 775 |
| *FM* | 706 | 184 | 890 |
| *FP* | 563 | 131 | 694 |
| *Total* | 1887 | 472 | 2359 |

Une étape de validation croisée *K-fold* [7] avec un *K=5*, a été réalisée. Cette opération permet de séparer l'ensemble du jeu de données en *K* plis, puis le modèle est formé *K* fois, en utilisant l'un des plis comme jeu de test et les autres comme jeu d'entrainement.

Les modèles d'apprentissage testés sont les arbres de décisions, les forêts aléatoires, le *KNN* (*K-Nearest Neighbors*) [7], ainsi que les séparateurs à vastes charges (*SVM*) de noyaux linéaire et radial [7]. Une étape d'optimisation des hyperparamètres propres à chaque modèle a été réalisée.

Le meilleur modèle optimisé obtenu est la forêt aléatoire avec une exactitude de 82% de reconnaissance de l'état de fatigue des joueurs (77% pour le *KNN et 62%* pour le SVM à noyau linéaire). L'exactitude, définie comme étant la probabilité pour un point de donnée, d'être bien classé par le modèle. Plus l'exactitude est élevée plus le modèle est performant. D'autres métriques suivent la même tendance (Précision, Rappel, F-Score).

La performance du modèle est également observable par la courbe *ROC (Receiver Operating Characteristic)* en Figure 3 .

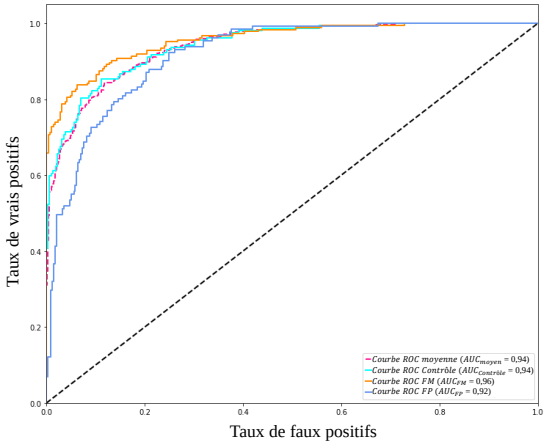



FIGURE 3 COURBE ROC DU MEILLEUR MODELE

Cette représentation montre l'évolution du taux de vrais positifs en fonction du taux de faux négatifs détectés par le modèle. La courbe *ROC* de la condition *FM* est celle présentant une *AUC* (*Area Under the Curve)* égale à 0,96. Ce modèle est donc plus efficace pour la détection de la fatigue mentale que la fatigue physique (*AUC=0,92)* ou de la situation de contrôle (*AUC=0,94)*.

## 4 Conclusion

L'utilisation d'un protocole d'induction de fatigue a permis d'induire deux états de fatigue chez des jeunes joueurs. Les données, labelisées par la condition de fatigue se sont avérées détectables à l'aide d'algorithmes d'apprentissage supervisés avec des taux élevés après optimisation des différents modèles. Il est donc possible de retrouver l'état de fatigue d'un joueur à partir de mesures telles que le profil d'accélération normé et des pressions mesurées via la raquette du joueur.

## 5 Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier les entraîneurs du pôle France tennis de table basé au CREPS des Pays de la Loire ainsi qu'aux joueurs pour leurs disponibilités pour la participation à cette étude.

## Références

[1] R. Enoka et J. Duchateau, « Translating Fatigue to Human Performance », *Medicine and science in sports and exercise*, vol. 48, mars 2016, doi: 10.1249/MSS.0000000000000929.

[2] B. Pageaux et R. Lepers, « The effects of mental fatigue on sport-related performance », 2018. doi: 10.1016/bs.pbr.2018.10.004.

[3] A. Biró, A. I. Cuesta-Vargas, et L. Szilágyi, « AI-Assisted Fatigue and Stamina Control for Performance Sports on IMU-Generated Multivariate Times Series Datasets », *Sensors*, vol. 24, nº 1, p. 132, déc. 2023, doi: 10.3390/s24010132.

[4] Y. Le Mansec, B. Pageaux, A. Nordez, S. Dorel, et M. Jubeau, « Mental fatigue alters the speed and the accuracy of the ball in table tennis », *Journal of Sports Sciences*, vol. 36, nº 23, p. 2751-2759, déc. 2018, doi: 10.1080/02640414.2017.1418647.

[5] N. Williams, « The Borg Rating of Perceived Exertion (RPE) scale », *Occupational Medicine*, vol. 67, nº 5, p. 404-405, juill. 2017, doi: 10.1093/occmed/kqx063.

[6] G. A. V. Borg, « Psychophysical bases of perceived exertion », *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. 14, nº 5, p. 377-381, 1982, doi: 10.1249/00005768-198205000-00012.

[7] K. Murphy, *Machine Learning - A Probabilistic Perspective*. in Adaptive Computation and Machine Learning. Cambridge: MIT Press, 2014.

# Déplacés climatiques et migration environnementale : la construction d'un récit médiatique par une chaîne d'information en continu, l'exemple de BFMTV.

Raphaëlle Vimbert[1]
Sous la direction de Brigitte Sebbah[2] et Franck Bousquet[3]
raphaelle.vimbert@iut-tlse3.fr brigitte.sebbah@iut-tlse3.fr franck.bousquet@iut-tlse3.fr

[1] Université et IUT Paul Sabatier, Toulouse 3 (Campus d'Auch)
Doctorante 3ème année, Laboratoire d'Etudes et de Recherches Appliquées en Sciences Sociales (LERASS)

[2,3] Université et IUT Paul Sabatier, Toulouse 3
Laboratoire d'Etudes et de Recherches Appliquées en Sciences Sociales (LERASS)

**Thèmes –** *Environnement - SHS - Communication*

**Résumé –** *Dans le contexte du dérèglement climatique, l'Organisation internationale pour les migrations annonce entre 25 millions et un milliard de personnes forcées de se déplacer suite à la dégradation de leur environnement d'ici 30 ans, en fonction des méthodes de calcul. En France, on constate des inondations et sécheresses qui posent la question de la mobilité et de l'adaptation de l'homme. Ces phénomènes de déplacements environnementaux sont-ils pour autant relayés par les médias et notamment les chaînes d'information en continu tels que BFMTV ? Depuis le séisme et la catastrophe nucléaire de Fukushima qui ont contraint plus de 150 000 personnes à l'évacuation, comment BFMTV cadre-t-elle ces mobilités, quand on sait que les catastrophes naturelles causent trois fois plus de déplacements que les conflits et la violence et qu'un habitant de la planète sur sept est un migrant ? Nous proposons ici d'étudier le format de l'information en continu et les représentations des pratiques journalistiques par les acteurs de la chaîne, pour comprendre la construction du récit médiatique sur les migrations et déplacés dits environnementaux.*

**Mots-Clés –** *Déplacé climatique, information en continu, dérèglement climatique, migration.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *71.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *OUI*

## 1 Introduction

En décembre 2018, l'Assemblée générale des Nations Unies adoptait le « Pacte mondial pour des migrations sûres, ordonnées et régulières », en vue notamment d'intégrer les changements climatiques dans les problématiques migratoires. « *Dans plusieurs domaines clés, les analystes affirment que le monde est à un « point de rupture » ou s'en approche […]. Les conséquences sur la migration et les déplacements sont importantes car les personnes choisissent de plus en plus de migrer, à l'intérieur des frontières ou par-delà, pour s'adapter aux impacts environnementaux ou sont contraintes de quitter leur foyer et leur communauté en raison des effets à évolution lente du changement climatique, ou encore sont déplacées par suite de catastrophes graves* » relate l'Organisation internationale pour les migrations (OIM) [1]. En France, le ministre de la transition écologique communiquait en avril 2024 sur les futures zones inhabitables, 5000 logements et 1400 entreprises étant menacées par le recul du trait de côte. Ces problématiques de déplacements, contraints ou volontaires, anticipés ou dans l'urgence, sont-ils pour autant relayés par les médias et notamment les chaînes d'information en continu tels que BFMTV ? Comment la chaîne cadre-t-elle les mobilités de population, quand on sait que les catastrophes naturelles causent trois fois plus de déplacements que les conflits et la violence [2] et qu'un habitant de la planète sur sept est un migrant [1] ?

Nous proposons ici d'étudier le format de l'information en continu et les représentations des pratiques journalistiques, relatifs aux problématiques de ces déplacements dits environnementaux. Notre étude prend l'exemple de catastrophes naturelles et de phénomènes météorologiques extrêmes, du séisme d'Haïti en 2010 aux inondations dans le Pas-de-Calais en 2024, en s'appuyant sur une série d'entretiens qualitatifs auprès des journalistes, présentateurs et chefs d'édition de BFMTV et sur les archives de l'Institut National de l'Audiovisuel (INA). Nous souhaitons montrer ce que les conditions de production de l'information en continu font à la construction des cadrages journalistiques, en mettant en évidence un point essentiel : la force de déploiement de BFMTV, dont le choix éditorial est d'envoyer le plus rapidement possible des équipes sur le terrain, et cet idéal professionnel de faire coïncider les faits à leur énonciation et leur diffusion, amènent à l'invisibilisation de certains sujets, dont les liens entre déplacement, migration et dégradation de l'environnement.

## 2 « 1ers sur l'actu, 1ers sur le terrain »

Mobiliser, incarner : la ligne éditoriale de BFMTV consiste à déployer des journalistes sur le terrain pour relater des faits, au moment où ils se passent, au prix d'une lourde machine de production. Chaque jour, une cinquantaine de reporters, JRI (journaliste reporter d'images) et techniciens sont ainsi préparés, prêts à travailler dans l'urgence. « *On a des contraintes de temps surtout. On est toujours dans le speed, c'est souvent la course. Mais c'est ce que l'on aime, cette adrénaline.* ». Tous les journalistes et présentateurs interrogés s'accordent sur cette urgence à être sur place, cette urgence d'informer qui consiste à envoyer autant d'équipes sur le terrain qu'il est jugé nécessaire. « *On y est préparé à ce direct, à cette urgence. On se prépare, c'est plutôt bien organisé* », explique un reporter. Prenant l'exemple d'Euronews, Dominique Marchetti et Olivier Baisnée montrent que l'idéal professionnel d'une telle chaîne est de faire coïncider l'action, l'énonciation et la diffusion, malgré des moyens limités. « *Parce qu'elles sont plus soumises aux contraintes économiques et temporelles que les grandes chaînes généralistes, les télévisions d'information en continu doivent produire des news avec peu de moyens matériels et humains* » [2]. Tributaire des audiences et soumise à la pression des annonceurs, la rédaction de BFMTV choisit de positionner des journalistes sur tous les lieux stratégiques, qui illustreront le mieux une catastrophe naturelle par exemple, selon un schéma souvent établi d'avance : les dégâts, les secours et moyens employés, les réactions institutionnelles, la solidarité qui se met en place. « *Il y a des rédactions qui sont très, très puissantes, RTL, France Inter, etc. Mais il ne faut pas oublier les tranches d'information pour ces médias-là : même s'il y a 17 envoyés spéciaux au Maroc après le séisme, il n'y aura pas 17 sujets par jour. Alors que nous, si* » témoigne un journaliste spécialisé en international. La chaîne ambitionne d'être la première sur le terrain, avec une volonté d'incarner l'information par ses reporters, de la rédaction parisienne jusqu'aux correspondants à l'étranger et les dix antennes locales qui quadrillent le territoire national. « *C'est une grosse machine, qui est en permanence en alerte* », explique un reporter, « *sans compter toute la machinerie, la logistique, la production. Ça mobilise énormément de monde* ».

Cette méthode de production impacte la construction de l'information. Le rythme effréné imposé par cette urgence d'informer amène les journalistes à travailler vite et en faire beaucoup. *« Les journalistes d'information générale, eux, n'ont pas le temps. Ils partent en reportage et quand ils rentrent de reportage, ils repartent sur un autre reportage* ». Au fil des entretiens, à la question « quelle est la catastrophe naturelle qui vous a le plus marqué ? », les journalistes interrogés se retrouvent souvent en difficulté, n'étant pas en mesure de se souvenir des dernières catastrophes couvertes. « *On en fait tellement* »,

admet un reporter. « *C'est le breaking news, on est très fort avec les grosses actus. C'est là qu'on fait la différence avec les autres chaînes* » affirme une présentatrice. L'ADN de la chaîne reste le « *News brut, l'actu ultra chaude* », continue-t-elle. Et mécaniquement, une actu en chassant une autre, certains sujets prennent plus d'importance que d'autres.

## 3 Catastrophe naturelle et « tout-événement »

Correspondant à ce que Pierre Nora appelait un « événement massif », un « volcan de l'actualité » [3], un phénomène météorologique extrême ou une catastrophe naturelle fait partie des sujets traités par la rédaction, dans la mesure où la chaîne y trouve un intérêt. Les sujets météo d'une manière générale font partie de sujets de prédilection de BFMTV, surtout lorsqu'il n'y a pas « *d'actu chaude* ». La rédaction est en mesure de déployer beaucoup de moyens pour les sujets relatifs aux intempéries, quitte à aller chercher l'image inattendue de neige, alors que globalement le phénomène n'est pas spectaculaire. « *Il y a un truc qu'on fait énormément sur BFM TV, c'est tous les aléas climatiques. En France pour le coup, tout ce qui est inondations ou les épisodes neigeux, ça c'est un truc qu'on adore sur BFM. Quand il y a 2 cm de neige dans le Val d'Oise, on en fait une édition spéciale et c'est un truc qu'on assume assez pour le coup. On a bien conscience du fait que ce n'est pas l'événement de l'année mais c'est quelque chose qu'on fait beaucoup* » analyse un présentateur.

Plutôt que de partir d'événements, pour une chaîne du « tout-événement », prenons le contre-pied du non-événement : à force de dresser tout (et rien) au statut d'événement, la chaîne d'information en continu et par conséquence ses journalistes perdent et nous font perdre la notion même d'événement.

## 4 Déplacés climatiques et « newsworthiness »

On rejoint ici la notion de *newsworthiness*, autrement dit de valeur de l'information, et l'approche constructiviste qui consiste à considérer les événements comme socialement construits, leur valeur résidant dans les caractéristiques que les acteurs leur attribuent plutôt que dans leurs caractéristiques objectives. Cette approche des mass media consiste à rechercher *« non pas la réalité, mais les objectifs qui sous-tendent les stratégies de création d'une réalité plutôt qu'une autre* » [4]. Qu'on les considère comme des « passeurs de plat » ou des entrepreneurs de cause, les journalistes font partie de l'orchestre que représente les débats publics. Les cadrages médiatiques et les choix éditoriaux de la chaîne impactent la façon dont sont appréhendés les catastrophes et les déplacements induits. Le risque de ce « tout-événement » est d'amener une dérive sensationnaliste qui participerait à la fait-diversification de l'information, dissimulant la ligne éditoriale de la chaîne. Par le rapport ambigu que le fait divers entretient avec le réel événementiel, ce dernier est le résultat d'une construction narrative médiatique. « *Les médias n'offrent jamais une représentation parfaite des débats […]. Au contraire, les journalistes sélectionnent et hiérarchisent les informations dans leur travail quotidien. Bref, par définition, ils priorisent ou invisibilisent des informations. Le concept de « cadrage médiatique » revient donc à analyser comment la réalité est construite dans les textes par les journalistes en faveur ou en défaveur de certains faits, de certaines idées, de certains groupes sociaux.* » [5].

À la question des termes employés, les journalistes hésitent. Le nom « déplacés », au pluriel, est souvent privilégié s'il s'agit de désigner des personnes qui restent à l'intérieur du pays ; à l'inverse, la préférence est affichée pour le terme « réfugiés », encore au pluriel, s'ils quittent le pays. Mais dans l'ensemble, la thématique reste floue. « *Pour moi, les seuls migrants qui ne sont que des migrants climatiques, ce sont les habitants des États du Pacifique pour l'instant.*», « e*st-ce qu'il y a des réfugiés climatiques en France ? Pour l'instant je n'ai pas l'impression, en tout cas ils ne sont pas du tout identifiés comme tels* » témoigne une présentatrice. Qu'il s'agisse de déplacements à l'intérieur des pays ou en passant les frontières, ces trajectoires de vie ne font pas l'objet d'une attention particulière : le lien entre déplacement/migration et dégradation de l'environnement n'est pas établi.

Conditions de production, représentations et pratiques journalistiques, c'est l'ensemble de la « machine BFM » qui amène à une mise en récit de l'information en continu et qui limite, dans le contexte du dérèglement climatique, le traitement médiatique des liens entre déplacement, migration et dégradation de l'environnement.

## Références


[1] OIM, 2022, *World Migration Report*, à retrouver sur https://publications.iom.int/books/world-migration-report-2022

[2] GRID 2021, *Rapport mondial sur le déplacement interne en 2021*, Internal Displacement Monitoring Centre (IDMC) et Norxegian Refugee Council (NRC).

[3] IONESCO D., MOKHNACHEVA D., GEMENNE F., 2016, *Atlas des migrations environnementales*, Paris, Presses de Sciences Po.

[2] MARCHETTI D., BAISNEE O., L'économie de l'information en continu, *Réseaux*, 2002/4, n°114, p. 181 à 214.

[3] NORA P., 1972, « L'événement monstre », Communications, n° 18, p. 164.

[4] MOLOTOCH H., LESTER M., 1974, « Informer : une conduite délibérée, de l'usage stratégique des événements, *Réseaux*, vol.4, n° 75, Le temps de l'événement, t. I., p39.

[5] LAMOUREUX S., 2029, Et si le cadrage médiatique provenait...de l'encadrement des journalistes ?, *Les cahiers du journalisme*, nouvelle série n°3.

# Nouvelles formes de travail *via* les plateformes numériques

## Aspects juridiques

Mathilde JULIEN
mathilde.julien-le-borgne@univ-lyon1.fr

IUT, Lyon 1
CERCRID UMR CNRS 5137, Lyon 2

**Thème –** *Droit*

**Résumé –** *Le micro-travail numérique, nommé aussi digital labor ou crowdworking, permet à des plateformes (Amazon Mechanical Turk, Foule Factory, Wirk pour les plus connues) de confier à « la foule » - the crowd – des tâches à réaliser en quelques secondes, en quelques clics et pour quelques centimes. Ces human intelligence tasks consistent par exemple à tagger des images, reconnaitre des objets sur des photos, classer des vidéos, traduire des textes, à cliquer tout simplement, et servent à entrainer des modèles d'IA. Les tacherons du numérique, annotateurs et instructeurs de machines, qui les exécutent, sans limites ni frontières, sont ainsi indispensables au business des entreprises du numérique. Le projet ANR pluridisciplinaire « TraPlaNum » auquel l'auteure du présent article a participé, s'intéresse à ces contributeurs invisibles et invisibilisés, précaires, exploités en échange de micro-gains, parfois compléments de revenus dans les pays occidentaux, parfois unique ressource notamment dans les pays pauvres. Les enjeux économiques, politiques et sociaux sont immenses et lancent au droit un défi de protection de ces petites-mains de l'IA.*

**Mots-Clés –** *Travail, Plateformes numériques, Statut juridique, Justice.*

**Section CNU pour cet article –** *Section 01. Droit privé et sciences criminelles*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Introduction – Le projet ANR "TraPlaNum"

L'article soumis s'inscrit dans le cadre du Projet ANR de Recherche Collaborative – Axe travail et innovation, nommé « TraPlaNum » pour Travailleurs de Plateformes Numériques. Ce projet est conduit de 2020 à 2024 et réunit quatre laboratoires partenaires : le CERCRID, CEntre de Recherches CRItiques sur le Droit, UMR 5137, centre porteur du projet ; le Centre de Droit des Affaires, EA 780 (Toulouse) ; TRIANGLE, UMR 5206 et COACTIS, EA 4161 (Lyon 2-Saint-Etienne). Le projet a fédéré une équipe de chercheurs en droit, en économie et en gestion, en France, Espagne, Belgique, Italie, Allemagne, Canada et RU. Il a bénéficié de l'appui d'une Ingénieure d'études en production, traitement, analyse de données et enquêtes. Emmanuelle Mazuyer, directrice de recherche au CNRS, a assuré la direction scientifique et la coordination du projet.

## 2 Présentation du projet et méthodologie

Un large recensement d'environ 1000 plateformes et 400 applications opérant en France et proposant des micro-tâches a permis d'étudier leur business model et les relations contractuelles qu'elles nouent avec les micro-travailleurs. Du point de vue du droit, leur activité est régie par contrat, généralement de simples CGU - Conditions Générales d'Utilisation. Ces CGU ont été collectées : plus ou moins complexes et sophistiquées, elles ont constitué un important corpus objet d'une analyse empirique aboutissant à la constitution d'une base de données. Des études de terrain ont été menées avec notamment un questionnaire conçu comme une micro-tâche de travail.

La recherche pluridisciplinaire et comparée conduite dans le cadre de ce projet apporte un éclairage inédit [1] sur le phénomène du micro-travail s'agissant du statut (ou de l'absence de statut) et des conditions concrètes des travailleurs du clic - tâches réalisées, pratiques de travail, montant/forme de rémunération/gain et rôle de coordination, de contrôle et d'incitation de la plateforme. Elle met aussi à jour les motivations, attentes des micro-travailleurs et questionnent les droits qui leur sont (ou pas) reconnus, les mécanismes de protection sociale et de représentation collective évincés. Le projet montre ainsi les enjeux/besoins de régulation et, en creux, les résistances à l'œuvre.

## 3 Résultats - Les spécificités du micro-travail de plateforme

Les micro-tâches (le plus souvent en ligne) sont simples, courtes, répétitives, dénuées de sens pour celles et ceux qui les exécutent, elles ne nécessitent pas de qualifications particulières et sont faiblement rémunérées, généralement à la pièce. Ce sont les plateformes qui donnent accès à ces tâches, décident par le jeu d'algorithmes de leur affectation, en suivent l'exécution, donnent des directives parfois très précises, évaluent, fixent le montant et la forme de la rémunération. Elles peuvent d'ailleurs refuser de verser les sommes promises ou de rembourser les frais engagés, en cas d'exécution jugée non conforme. Plus encore, elles peuvent décider de suspendre ou de désactiver les comptes utilisateurs. Ces derniers ne signent pas de contrat de travail, ils ne se déclarent pas non plus comme indépendants. Ils s'inscrivent simplement sur la plateforme et acceptent des CGU, sans même en prendre vraiment connaissance. Aucune forme d'organisation collective n'existe (hormis les éventuels forums de discussion). Invisibles, ces personnes sont comme dans un « angle mort » du droit [2]. Sur l'autre face, les plateformes : elles sont en lien avec les entreprises pour lesquelles les tâches sont exécutées et captent la plus-value du travail fourni dans des conditions d'emploi dégradées et sous-payées. Le modèle qu'elles proposent repose ainsi sur un mécanisme prétendument neutre d'intermédiation, sur une division extrême du travail et sur la marchandisation de ce travail en miettes, créant en pratique une relation asymétrique et exploitative [3].

## 4 Aspects juridiques du micro-travail de plateforme

Comment le droit peut-il assurer des conditions dignes, une protection effective et des contreparties décentes à ces petites-mains, dans un tel écosystème ?

### 4.1 L'affaire "Clic&Walk" et le rejet du délit de travail dissimulé par le juge français

En France, l'application de micro-tâches Clic&Walk a été poursuivie pour travail dissimulé. Elle utilise des contributeurs non-salariés, appelés ClicWalkers, pour effectuer des missions faiblement rémunérées, comme prendre en photo un produit en magasin avec son smartphone, vérifier sa disponibilité en rayon. Les clients de Clic&Walk sont les grandes marques de produits ou des instituts de sondage, en quête de ces précieuses informations et données collectées. La plateforme est relaxée en première instance, condamnée en appel, puis finalement mise hors de cause par la chambre criminelle de la Cour de cassation : les ClicWalkers exercent leurs missions, occasionnelles et peu rémunératrices, en leur seule qualité de consommateurs. Pas de travail, donc pas de dissimulation : le délit est écarté dans cette première affaire jugée en France.

### 4.2 Le micro-travail, “vrai” travail ?

Les chercheurs du projet [2] soutiennent au contraire que, juridiquement, il n’y pas d’obstacle à ce qu’une micro-tâche soit considérée comme une prestation de travail. D’abord, parce que toute activité – physique, artistique, sportive, intellectuelle – peut être ainsi qualifiée. Et si, selon la jurisprudence européenne, il est exigé des activités réelles et effectives, excluant celles purement marginales et accessoires, une activité peut être considérée comme professionnelle même si elle est irrégulière ou de courte durée. Habituellement, la Cour de cassation française adopte une conception large de la prestation de travail, incluant des activités ludiques dès lors qu’elles ont une finalité économique (jurisprudence « Ile de la tentation »). Par ailleurs, la faiblesse de la rémunération n’exclut pas la qualification. En somme, au-delà de la première affaire française qui peine à convaincre, les micro-tâches peuvent, en droit, être qualifiées de prestations de travail. Il importe peu que la personne n’ait pas conscience de travailler, elle n’est pas pour autant un simple joueur ou un consommateur.

### 4.3 Le micro-travail : travail indépendant *versus* travail salarié

Aux termes de la recherche, il apparaît que le droit du travail subordonné est la branche du droit la plus apte à régir la situation des micro-travailleurs, en raison de leur assujettissement à la plateforme donneuse d’ordres, qui contrôle, supervise, sanctionne. Prochainement publiée, la directive européenne relative aux travailleurs des plateformes adoptée le 14 octobre dernier (https://data.consilium.europa.eu/doc/document/PE-89-2024-INIT/fr/pdf) et dont l’élaboration a été suivie pendant toute la durée du projet, est en ce sens. Elle vise à remédier aux cas de classification erronée/frauduleuse des travailleurs des plateformes et à faciliter leur (re)qualification en salariés. Le texte, longuement discuté, pose une présomption de salariat : en cas de litige, les travailleurs des plateformes peuvent être présumés salariés, et ce jusqu’à preuve contraire. On peut regretter que le jeu de la présomption soit laissé à l’appréciation des États membres avec cette précision : la présomption s’applique lorsque des faits témoignant d’un contrôle et d’une direction sont constatés. Outre cette indétermination qui fragilise le dispositif, ce dernier est encore affaibli en ce que la présomption ne s’applique pas automatiquement et systématiquement. Au contraire il faut qu’un plaideur la mobilise dans une procédure en justice qui doit être une procédure administrative ou judiciaire, à l’exclusion des procédures fiscales, pénales et de sécurité sociale, contentieux qui ont pourtant le plus de répercussions. En somme, classiquement, les effets de la présomption pourront demeurer circonscrits aux seules parties au procès. Il ne s’agit donc pas d’appliquer le droit du travail salarié à la catégorie des travailleurs de plateformes, mais bien de simplifier la procédure juridictionnelle menant à leur intégration dans le champ du salariat lorsque (et si et seulement si) ces travailleurs en font la demande. Le dispositif a certainement déçu mais, *de lege lata*, un micro-travailleur pourra bien obtenir en justice la qualité de salarié [4].

## 5 Conclusion

Même dans le monde du numérique, lorsqu’on parle de petits boulots et de compléments de revenus, on entre dans des qualifications juridiques qui visent à protéger les personnes de la précarité et d’abus d’acteurs qui sont bien loin des idées d’échanges ou de partage. Le projet ANR « TraPlaNum » et l’article soumis portent un éclairage sur de nouvelles formes de travail. Faut-il les réguler au nom de la justice sociale ? Au risque de priver les personnes de revenus de compléments ? Les promouvoir, n’est-ce pas encourager une économie de la survie ? Les plateformes de travail ouvrent certes un espace aux travailleurs fragiles. Mais elles exploitent et profitent à l’extrême de la flexibilité que les marchés et le droit accordent, au détriment des plus précaires. Est-on prêt à accepter ces conditions pour que les plateformes nous rendent service ?

## Références

[1] *Micro-travail, plateformes et emploi : analyse pluridisciplinaire et approche internationale et comparée*, Colloque final TraPlaNum, 2024, Université Toulouse-Capitole

[2] Voir notamment Farida Khodri, Emmanuelle Mazuyer, *Le micro-travail numérique et la force attractive du droit du travail*, Revue de droit du travail, 2023

[3] Mathilde Julien, Emmanuelle Mazuyer, Renée-Claude Drouin, Benjamin Dubrion, *Réflexions sur le travail dans une approche renouvelée du Taylorisme - résultats du projet TraPlaNum sur les micro-tâches de travail*, Séminaire CRIMT, 2024, Université de Montréal

[4] Sur l’ensemble de la question en droit français, Mathilde Julien, *Le cadre juridique du travail de plateforme en France,* in Emmanuelle Mazuyer, (dir.), *Regards croisés sur le travail et le micro-travail de plateforme*, Mare & Martin, Paris, 2023

# Optimisation de la synthèse chimique d'un antibiotique phosphoré : le Déhydrophos

Michel MAFFEI[1,*] michel.maffei@univ-amu.fr

Carole BAFFERT[2] carole.baffert@univ-amu.fr

[1] IUT d'Aix Marseille
Institut des Sciences Moléculaires de Marseille (Ism2), UMR 7313, Equipe BiosCiences

[2] Laboratoire Bioénergétique et Ingénierie des Protéines (BIP), UMR 7281

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes – :** *Chimie - Biologie - Santé*

**Résumé –** *L'article aborde une nouvelle approche de la synthèse du Déhydrophos, un antibiotique phosphoré. Elle permet de réduire le nombre d'étapes de synthèse de moitié par rapport à la synthèse actuelle la plus efficace parmi celles déjà décrites. Ceci apporte une nette amélioration du rendement global de synthèse, ainsi qu'un gain de temps très significatif pour la mise en place de la synthèse, ce qui se traduirait par une recherche plus rapide sur l'identification des facteurs influençant l'activité de cette famille d'antibiotiques, et par là même un accès simplifié à des homologues plus actifs.*

**Mots-Clés –** *Synthèse d'antibiotiques, Déhydrophos, tests biologiques, synthèse organique.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *31,32.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** ~~*OUI*~~ */ NON*

## Introduction

Depuis la découverte de la pénicilline par Fleming en 1928, la synthèse et l'emploi des antibiotiques n'a cessé de prendre de l'essor. Du fait de l'adaptation des bactéries aux antibiotiques existants, la mise au point de nouveaux traitements constitue un axe primordial de la recherche pharmaceutique.

Les antibiotiques organophosphorés en représentent une classe originale, parmi lesquels le Déhydrophos [1] occupe une place particulière, étant actif à la fois contre les bactéries à Gram (+) et Gram (-).

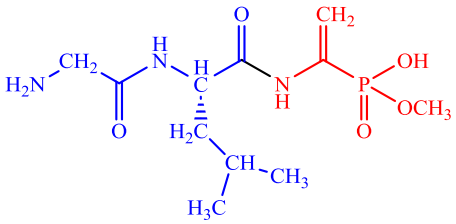



Figure 1 – Structure du Déhydrophos

Cette molécule est constituée de deux parties reliées entre elles :

- Le « **tueur** » (en rouge), cytotoxique, c'est-à-dire capable de détruire la cellule pathogène, en rendant inopérante une enzyme ou une structure particulière.

- La « **clé** » (en bleu), un dipeptide bien défini, qui permet à la molécule entière de pénétrer la membrane cellulaire.

Cet antibiotique agit selon un mécanisme « Cheval de Troie » : la molécule entière traverse la membrane cellulaire pour entrer dans la cellule, puis subit une réaction d'hydrolyse (sous l'effet d'une enzyme présente dans la cellule), qui a pour effet de séparer la clé et le tueur, démasquant et activant ainsi ce dernier [2].

## Précision complémentaire

La synthèse chimique d'un antibiotique se révèle souvent compliquée car elle fait intervenir différentes étapes, parfois nombreuses, chacune d'entre elles étant constituée d'une réaction chimique particulière visant à transformer un réactif en produit, qui sera lui-même employé en tant que réactif dans l'étape suivante, etc…
Chaque réaction est toujours suivie d'une purification qui fait intervenir un appareillage spécifique, parfois délicat à mettre en œuvre. De fait, chaque étape peut nécessiter un à deux jours (parfois plus) pour son exécution, et ce avec un rendement très variable. Ce rendement est le quotient de la quantité de produit effectivement obtenue à la fin de l'étape par la quantité qui devrait être théoriquement obtenue, et est toujours inférieur à 100%.

Ainsi, une synthèse faisant intervenir dix étapes peut parfois nécessiter plusieurs semaines pour sa complétion, et le rendement global sera toujours le produit des rendements de chaque étape, donc une valeur qui peut très rapidement atteindre de faibles valeurs. Il reflète l'efficacité de la synthèse, sans oublier qu'il représente la part utile (de produit final utilisable) par rapport à tous les réactifs chimiques mis en œuvre depuis le début.

## But de l'étude

Plusieurs voies de synthèse du Déhydrophos ont été décrites, la plus performante ne nécessitant pas moins de 11 étapes [3], ce qui signifie une préparation longue (environ 1 à 2 jours/étape), pour un rendement chimique global très faible (inférieur à 10%) et des quantités finales relativement réduites.

Tout ceci est difficilement compatible avec la mise en place d'une étude de type structure/activité, traditionnellement réalisée dans le cadre d'une optimisation d'activité d'une classe d'antibiotiques, qui consiste à modifier différentes parties de la molécule afin de déterminer leur influence sur l'efficacité de l'antibiotique, et qui permet, par comparaison, de déterminer le composé le plus actif. Cela permet aussi de jouer sur la sélectivité de l'antibiotique, c'est-à-dire sa capacité à agir sur les cellules pathogènes sans interagir avec les cellules de l'organisme infecté.

Nous venons de mettre au point une synthèse alternative du Déhydrophos, reposant sur un schéma ne comportant que cinq étapes, ce qui permet évidemment un gain très significatif en termes de rendement et de temps. Ceci va nous permettre d'en synthétiser plusieurs analogues, plus rapidement, et de manière plus économique, en modifiant le tueur et la clé, et ce dans le but :

- De trouver un tueur plus efficace, permettant ainsi d'employer des quantités d'antibiotique plus faibles pour un même effet quantitatif

- De trouver des clés sélectives qui pourraient conduire à des composés actifs vis-à-vis d'autres agents pathogènes, et par là même d'élargir le champ d'action de ces composés.

## Conclusion

Le but de cette présentation ne sera pas tant de détailler la chimie impliquée dans cette étude, que d'expliquer le mode d'action du Déhydrophos et comment des modifications structurales pourront y être apportées, afin d'évaluer l'efficacité de nouveaux composés correspondants, et de dégager les paramètres structuraux potentiellement déterminants.

## Remerciements

Les auteurs expriment leurs remerciements au département Chimie de l'IUT d'Aix-Marseille pour une partie du support technique et le CNRS pour sa participation financière.

## Références

[1] J.T. Whitteck, B.M. Griffin, A.C. Eliot, P.M. Thomas, N.L. Kelleher, W.W. Metcalf, W.A. van der Donk, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl*., 46, 9089, **2007**.

[2] B. Circello, C.G. Miller, J.H. Lee, W.A. van der Donk, W.W. Metcalf, *Antimicrob. Agents Chemother*., 55, 3357, **2011**.

[3] M.M. Jimenez-Andreu, F.J. Sayago, C. Cativiela., *Eur. J. Org. Chem*., 3965, **2018**.

# Mesure de la vitesse instantanée par démodulation

Frédéric BONNARDOT[1,*] Khalid LIZOUL Hugo ANDRE[1]

frederic.bonnardot@univ-st-etienne.fr hugo.andre@univ-st-etienne.fr

[1] Université Jean Monnet Saint-Etienne,
IUT de Roanne
LASPI, UR,
F-42300, ROANNE, FRANCE

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**THÈMES –** *Informatique - Électronique - Mécanique*

**RÉSUMÉ –** *Un codeur optique permet de mesurer la vitesse de rotation d'une machine tournante. Cette mesure, permet de voir dans le cas d'un engrenage les fluctuations de vitesse liées au passage des dents. Des contraintes sur la résolution du codeur engendre un signal codeur d'une fréquence élevée par rapport aux fréquences maximales utilisables par les dispositifs d'acquisition classiques. Il est proposé de venir multiplier le signal par une sinusoïde préalablement à son enregistrement afin d'effectuer une démodulation pour réduire la fréquence des signaux contenant les informations utiles. Les signaux utiles ce trouvent alors à une fréquence plus basse enregistrable par le dispositif d'acquisition. Un comparatif montre que les signaux obtenus sont proches d'un dispositif dédié de mesure (comptage) qui reste néanmoins plus performant.*

**MOTS-CLÉS –** *vitesse instantanée, machine tournante, démodulation, codeur optique.*

**SECTION(S) CNU POUR CET ARTICLE –** *61,60.*

**ARTICLE PRÉSENTÉ À L'ORAL PAR UN(E) DOCTORANT(E) –** *NON*

# 1 Introduction

Pour maintenir les machines tournantes en bon état de marche, plusieurs stratégies sont possibles. Il est possible de corriger les problèmes lorsqu'il y a une panne ou d'essayer de les anticiper. Dans ce dernier cas, soit un échéancier pour changer les pièces est définit, soit des mesures permettent de suivre l'état de santé de la machine et de détecter la nécessité de changer la pièce ou d'aider à prévoir le moment où la changer. Afin de mettre en place ces approches, il est possible de positionner des capteurs sur les machines afin de recueillir des signaux pour calculer des indicateurs. Nous nous intéresserons ici à la mesure de la vitesse instantanée de machine tournante à partir d'un codeur optique.

Une première partie montrera comment fonctionne le codeur optique, le type d'information qu'il procure et montrera la problématique associée. Une deuxième partie explique la méthode de mesure que nous avons proposée.

# 2 Le codeur optique

Un codeur optique est un capteur permettant d'observer la position (et donc la vitesse) d'une machine tournante. Il est constitué d'un disque fixé sur la partie mobile de la machine comme illustré sur la figure 1. La piste du codeur est perforée de $N_{ppt}$ trous régulièrement espacés (8 sur le dessin). Un capteur fixe détecte si il est face à un trou ou pas. On obtient alors un signal de type rectangulaire dont la période $\Delta T_i$ diminue quand la vitesse augmente. Au bout de $N_{ppt}$ périodes, on aura fait un tour.

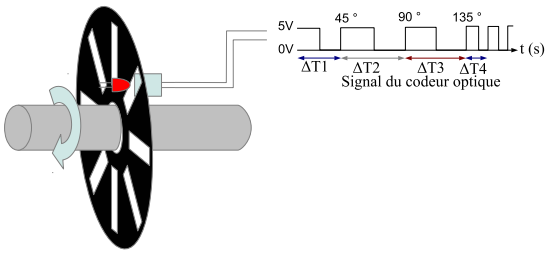



FIGURE 1 – Codeur optique et son signal

La mesure de la période $\Delta_{Ti}$ peut être faite soit par un dispositif dédié (carte de comptage) soit par acquisition du signal de manière classique suivi d'un traitement pour calculer cette période.

# 3 Exploitation de la mesure de période

Un codeur optique a été fixé sur l'axe d'un motoréducteur muni d'un engrenage de 23 et 38 dents. En mesurant la durée de chacune des périodes $\Delta T_i$, il est possible de tracer l'évolution de la période de rotation sur 2 tours (bas de la figure 2). La période moyenne d'environ 40.5 $ms$ soit $f_{rotation} = 24,7\ Hz$ ou 1481 $trs/min$. Sur la courbe bleue, on peut constater 23x2 tours=46 oscillations rapides qui correspondent aux 23 passages des dents du réducteur (engrènement). Les faibles fluctuations de vitesse (2%) nous renseignent donc bien sur les différents éléments mécaniques. Leur amplitude peut varier lors de l'apparition d'un défaut et servir à sa détection comme indiqué dans [1].

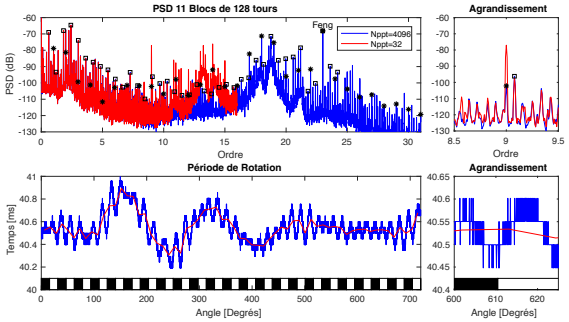



FIGURE 2 – Variation de la période de rotation et impact de la résolution du codeur

La figure du haut montre une analyse fréquentielle du signal du bas. Cette analyse fréquentielle permet de séparer visuellement chaque élément mécanique qui tourne à une fréquence différente. L'axe n'est pas gradué ici en Hertz mais en ordre. L'ordre 1 correspond à la vitesse de rotation. On retrouve un pic à l'ordre 23 correspondant aux 23 engrènements par tour associé à l'engrenage.

La courbe bleue a été obtenue avec un codeur optique d'une résolution $N_{ppt} = 4096$ élevée. Il permet de mesurer 4096 fois la vitesse par tour et d'être capable de percevoir l'engrènement qui fait varier 23 fois la vitesse par tour (oscillations rapides sur le graphe du bas). Si on utilise un codeur optique avec une résolution trop faible, par exemple, $N_{ppt} = 32$ en rouge, les mesures de période seront trop espacées pour percevoir l'oscillation de la courbe bleue (non-respect du théorème de Shanon). On viendra même créer une fréquence repliée à 32-23=9 ordres comme le montre l'agrandissement en haut à droite en rouge. Cette fréquence due à un mauvais échantillonnage n'a aucune réalité physique et vient fausser la mesure.

# 4 Problématique

Afin d'avoir une mesure correcte, il est nécessaire d'utiliser une résolution $N_{ppt}$ suffisamment grande. Plus la résolution sera élevée, plus la fréquence du signal du codeur montrée sur la figure 1 sera élevée. Malheureusement, cette fréquence peut s'avérer trop élevée pour des systèmes d'acquisition classiques (limitation à 25 kHz dans notre cas).

Cet article montre qu'un pré-traitement analogique présenté dans [2] permet d'enregistrer le signal du codeur avec une fréquence d'échantillonnage réduite tout en préservant

l'information utile.

# 5 Méthode de mesure

## 5.1 Traitement analogique : décalage en fréquence

La courbe du milieu sur la figure 3 montre une analyse fréquentielle du signal du codeur (à ne pas confondre avec la précédente analyse qui concernait la période du signal du codeur proportionnelle à la période de rotation). On retrouve un pic à la fréquence du signal codeur (ici $N_{ppt} = 256$) et ses harmoniques. De part et d'autre de ce pic, on retrouve des petits pics distants de la fréquence de rotation dus aux variations de la fréquence de rotation (modulation de fréquence). L'information qui nous intéresse est portée par le pic principal et les petits pics adjacents (zone rouge). Les autres motifs ne sont qu'une répétition de ce même motif.

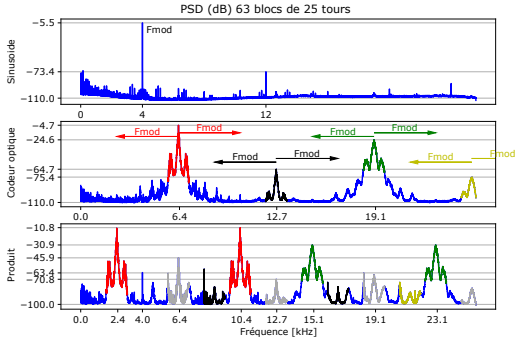



FIGURE 3 – Démodulation

Comme pour la radio où l'on a une série de stations et l'on veut capter la station à 6.4 kHz en rouge : le contenu qui n'est pas en rouge ne nous intéresse pas. Le signal sera multiplié par une sinusoïde à 4 kHz afin de venir le décaler vers la gauche. Ce décalage sera également fait vers la droite. Grâce à cela la partie rouge sera dans une zone entre 0 et 4 kHz (bas de la figure).

La fréquence maximale à enregistrer est devenue inférieure à 4 kHz. Le contenu qui ne nous intéresse pas sera éliminé par un filtre passe bas analogique (anti-repliement) contenu dans le système d'acquisition avant l'enregistrement.

Pour pouvoir enregistrer le signal afin de créer la figure, la résolution a $N_{ppt}$ et donc la fréquence codeur a été réduite. En pratique, en utilisant un codeur avec $N_{ppt} = 4096$ soit signal codeur à une fréquence de l'ordre de 100 kHz, il est possible après décalage d'enregistrer notre signal avec un système d'acquisition de fréquence d'échantillonnage maximal de 51,2 kHz.

## 5.2 Traitement numérique

Une fois le signal démodulé reçu, la fréquence instantanée est obtenue classiquement (signal analytique, extraction de la phase déballée et estimation de la dérivée). Le décalage effectué analogiquement est compensé en ajoutant la fréquence de la sinusoïde utilisée.

La figure 4 montre un comparatif entre notre méthode et une acquisition avec un dispositif dédié (superposition des deux fréquences instantannée obtenues, différence, analyse fréquencielle et agrandissement). Les résultats sont très proches. Le dispositif dédié reste plus performant pour voir les ordres élevés.

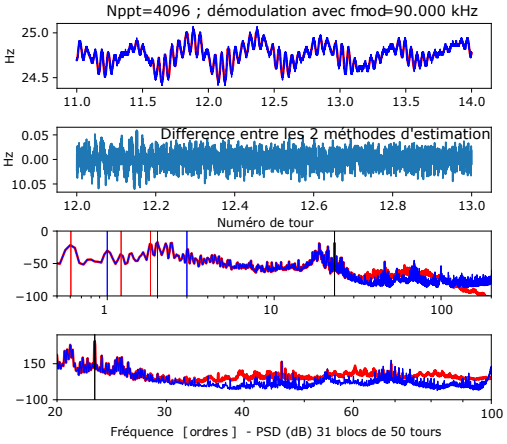



FIGURE 4 – Comparatif mesures

# 6 Conclusions

Le codeur optique peut mesurer la vitesse d'une machine tournante avec précision. Malheureusement, plus il est précis, plus la fréquence des signaux associée est importante. L'enregistrement des signaux nécessite alors une fréquence d'échantillonnage élevée. Après avoir montré qu'une faible bande fréquentielle nous intéressait, il est proposé de venir décaler le contenu fréquentiel du signal afin de pouvoir enregistrer la zone qui nous intéresse.

# Références


[1] F. Bonnardot, K. Lizoul, S. Errafik, H. André, F. Guillet, *High frequency demodulation technique for instantaneous angular speed estimation*, Mechanical Systems and Signal Processing, Oct 2021 Vol. 159.

[2] L. Renaudin, F. Bonnardot, O. Musy, J.B. Doray, D. Rémond, *Natural roller bearing fault detection by angular measurement of true instantaneous angular speed*, Mechanical Systems and Signal Processing, Oct 2010 Vol. 24.

# Une approche thérapeutique holistique et pluridisciplinaire de type méthode MBC : une solution pour les patients qui souffrent de troubles du comportement alimentaire ?

Lili Gheysens
lili.gheysens@univ-lille.fr

IUT de Lille
GEA (Gestion des Entreprises et des Administrations)

**Thèmes –** *Santé – Sciences Humaines – Sciences de l'Homme et Société*

**Résumé –** *Les études récentes mettent en évidence des parallèles physiopathologiques et psychopathologiques entre les troubles du comportement alimentaire et la douleur chronique neuroplastique. En effet, les perturbations dans le traitement de l'information notamment au niveau du cortex préfrontal (régulation émotionnelle), de l'insula antérieure (ressentis affectifs) et de l'amygdale (zone pivot du traitement des émotions et de la peur), ainsi que la sensibilisation centrale, présentes dans ces deux pathologies, provoquent des réponses inadaptées du système nerveux, face aux menaces perçues, qu'elles soient d'ordre physique et/ou psychologique.*
*Cet article, réalisé à partir d'une revue détaillée des dernières publications sur le sujet, met en lumière l'intérêt des approches thérapeutiques holistiques et pluridisciplinaires comme la méthode MBC (Mind-Body Connection), dont les résultats se révèlent très encourageants chez les individus qui souffrent de douleurs chroniques neuroplastiques (DCN). Elle combine des outils thérapeutiques validés par les neurosciences pour créer une synergie bénéfique : elle reprogramme le cerveau* (Mind), *remet le corps* (Body) *en mouvement, et rétablit des connexions neuronales saines* (Connections). *Elle intègre aussi la thérapie de retraitement de la douleur* (Pain Reprocessing Therapy), *à l'issu de laquelle 98 % des patients constatent une amélioration et 66 % des patients sont sans douleur ou presque sans douleur.* [1]

**Mots-Clés –** *Neuroplasticité, Troubles du comportement alimentaire, Douleur chronique neuroplastique, Sensibilisation centrale*

**Section(s) CNU pour cet article –** *69*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Introduction

Jusque dans les années 70, la grande majorité des scientifiques pensaient que les circuits neuronaux ne se développaient plus à l'âge adulte et déclinaient à la différence de certaines parties du corps que l'on pouvait réparer. En 2000, le psychiatre et neuroscientifique E. Kandel, démontra que l'apprentissage modifie les connexions entre les cellules et, donc, la structure neuronale. [2] Ainsi, le cerveau n'est pas immuable et voué au déclin, il est au contraire semblable à un muscle que l'on peut « entraîner » et « stimuler ». Cette propriété fondamentale s'appelle « plasticité cérébrale » ou « neuroplasticité » : « neuro » faisant référence aux cellules nerveuses, les « neurones » et « plastique » signifiant « modifiable, malléable, changeable ». Ainsi, les dernières publications sur lequel s'appuie cet article mettent en avant le changement de paradigme qu'implique cette découverte.

## 2 La neuroplasticité : atout majeur mais aussi principale obstacle

La neuroplasticité est un atout considérable qui opère dans le cerveau les transformations nécessaires à la survie de l'espèce humaine. Toutefois, cette adaptabilité augmente la sensibilité de celui-ci face aux stimuli internes et externes et produit aussi des comportements conditionnés difficiles à modifier. En effet, plus une pensée est source d'émotions, plus la voie neuronale qu'elle emprunte devient efficace. Les voies neuronales fréquemment sollicitées deviennent alors dominantes et plus rapides que celles moins utilisées. [3]

Dans le contexte des douleurs chroniques (DC) ou des troubles du comportement alimentaire (TCA), les voies neuronales conditionnées par ces pathologies se renforcent en réponse à divers facteurs, tels que les traumatismes, les émotions refoulées, les événements stressants, les pressions externes et/ou internes… Ce phénomène conduit progressivement à l'affaiblissement des voies neuronales saines. Cependant, ces connexions résultent d'un apprentissage, et grâce à sa plasticité, le cerveau a la capacité de les « désapprendre » grâce à un processus de « reprogrammation » du cerveau. [4] [5]

Mais la plasticité cérébrale agit aussi contre l'individu, un phénomène que N. Doidge appelle « le paradoxe plastique ». [6] En effet, tant que le cerveau n'a pas consolidé les connexions saines, il va plutôt réutiliser les voies neuronales les plus sollicitées, celles de la douleur ou du comportement alimentaire inapproprié, jusqu'à ce qu'il soit enfin « déconditionné » et, donc « reprogrammé ».

## 3 Le rôle de la sensibilisation centrale (SC)

La *sensory processing sensitivity ou* sensibilisation centrale (SC) est une condition de suractivation du système nerveux central face aux stimuli somatiques ou émotionnels, ou sensoriels. [7] Ce processus engendre une hypersensibilité du système nerveux central qui va altérer les réponses sensorielles face à des stimuli neutres qui vont être analysés comme des menaces, physiques et/ou psychologiques, pour l'intégrité existentielle, induisant ainsi une réponse de « peur ». C'est alors que les DCN et/ou l'alimentation émotionnelle peuvent apparaître.

Les douleurs *sine materia* (sans cause structurelle) ont été reconnues en 2017 par l'IASP et ajoutées comme troisième type de douleur en complément des douleurs nociceptives et neuropathiques sous le nom douleurs « nociplastiques », ou « neuroplastiques ». Parmi les pathologies incluses dans cette catégorie, on retrouve la fibromyalgie, le syndrome douloureux régional complexe, les douleurs musculosquelettiques, les céphalées, les migraines, le syndrome du côlon irritable, ainsi que les cervicalgies et les lombalgies. [8] Bien que la SC ne soit pas expressément mentionnée dans la définition de la douleur neuroplastique, elle est une manifestation de la plasticité cérébrale et elle est désormais reconnue comme le mécanisme principal dans la chronicisation de la douleur neuroplastique. [9] [10]

Les travaux de Zucker sur les TCA montrent qu'une hypersensibilité aux sensations pourrait être à l'origine des perturbations de l'image corporelle, et contribuerait aussi à la dysrégulation émotionnelle caractéristique de ces troubles. [11] Des traits de personnalité, des comportements et des caractéristiques neurobiologiques sont partagées par les individus souffrant de DC et de TCA. Il est désormais prouvé que ces facteurs augmentent le risque de SC, responsable non seulement des symptômes de la DCN mais aussi des TCA. [12] Que ce soient dans les TCA ou dans les DC, la souffrance est à la fois physique et mentale. D'ailleurs, ce sont les mêmes mots qui sont utilisés : pression, tension, déchirement… En effet, la DCN et les TCA sont un des moyens qu'a le cerveau pour exprimer qu'il se sent « en danger ».

En définitive, pour gérer des niveaux élevés de sensibilité, les individus développent des schémas uniques d'évitement comportemental, des douleurs psychosomatiques et/ou des troubles alimentaires.

## 4 Le risque de comorbidité

Les personnes souffrant de DC et de TCA présentent des points communs qui les exposent au risque de développer l'une ou l'autre de ces conditions, voire les deux en même temps. Les études suggèrent que souffrir de migraines, du syndrome de l'intestin irritable, des troubles gastro-intestinaux fonctionnels, de fatigue chronique, de douleur faciale chronique et de dysfonctionnement autonome constitue un facteur de risque pour l'apparition de troubles alimentaires. De même, des études font le lien entre TCA

à l'adolescence et fatigue chronique, douleurs chroniques, restriction des activités physiques pour raison de santé et problèmes de santé chroniques à l'âge adulte. [13]

## 5 Le rôle de la peur

La douleur est le signal d'alarme de notre corps, elle est bénéfique. Parfois l'alarme dysfonctionne et la douleur devient chronique alors que le corps n'est plus en danger. C'est alors que l'évitement devient la protection principale à court terme devenant à long terme une source de détresse accrue. En effet, en plus d'augmenter les niveaux d'incapacité de l'individu et d'impacter toutes les sphères de sa vie, l'évitement joue un rôle fondamental dans la chronicisation de la douleur et le maintien de la SC. [14] Dans le cas des TCA, l'alimentation restrictive représente un type de comportement d'évitement [15]. Tout comme les comportements de boulimie ou de purge, elle sert à réguler les émotions. [16]

## 6 Les méthodes *Mind-Body* : des outils à tester ?

DCN et TCA sont des troubles psychosomatiques qui apparaissent en terrain propice (cf.**2**) et ont pour point commun une suractivité du cortex préfrontal entraînant des interprétations erronées par le cerveau de stimuli neutres (cf.**3**). Par conséquent, dans les deux pathologies, il paraît nécessaire d'aider le cerveau de l'individu à se libérer de cet état d'alerte chronique.

La méthode MBC s'attache à apaiser le *Mind* (esprit) grâce à l'art-thérapie, l'éducation thérapeutique, l'(Auto)hypnose, la méditation, l'*Emotional Freedom Technique* et l'écriture expressive. Puis, la méthode remet le *Body* (corps) en mouvement grâce à un travail sur l'image corporelle, à la visualisation et l'ancrage, à la marche, au sport et au Yoga adapté et au prāṇāyāma (technique de respiration). Enfin, elle rétablit les *Connections* (voies neuronales saines) grâce à la sophrologie, à la Programmation NeuroLinguistique, à la Communication Non Violente, au tracking somatique, à des techniques de développement personnel, à une meilleure hygiène de vie (sommeil, alimentation…) et à la Pain Reprocessing Therapy (PRT).

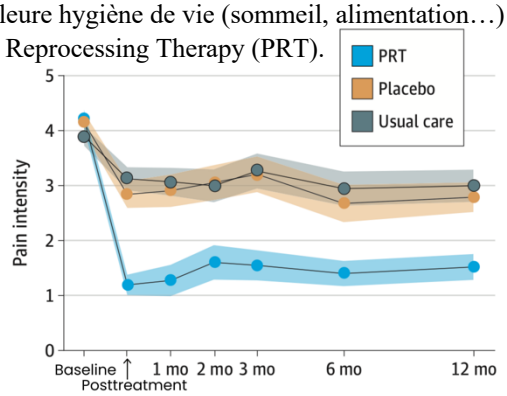



Figure 1 – Résultat PRT vs placebo ou soin traditionnel

La PRT est un outil majeur qui introduit des expériences correctives et réinstaure un état de sécurité pour le cerveau. Puis, elle réduit le niveau global de « peur » chez l'individu, neutralisant ainsi les causes réelles et profondes de la sensibilisation centrale. Ainsi, une reprogrammation progressive du cerveau s'opère. Ce processus inclut le traitement des traumatismes passés, l'apprentissage de la gestion émotionnelle, la gestion des relations difficiles, et l'observation des comportements automatiques.

## 7 Conclusion

La méthode MBC, thérapie novatrice et pluridisciplinaire, offre aux individus une palette d'outils pour contrer les effets de la SC et restaurer les bases d'une vie saine. Les résultats obtenus pour les DCN sont encourageants. Ainsi, compte tenu des similarités entre DCN et TCA, notamment le rôle central de la SC, il semble pertinent d'explorer l'intérêt de la méthode MBC dans le cadre de la prise en charge des TCA.

## 8 Remerciements

L'auteure remercie le Dr Schubiner et A. Gordon. Elle exprime aussi toute sa gratitude au Dr Nectoux (CHU Lille) pour son soutien et remercie le Dr Annicq (VZW-EMPATHIE) pour le partage de son expertise sur les TCA.

## Références

[1] Ashar et al., *Effect of Pain Reprocessing Therapy vs Placebo and Usual Care*, 2022

[2] E. Kandel, *Principles of Neural Science*, McGraw Hill, 2021

[3] A. Gordon, A. Ziv, *The Way Out*, Avery, 2021

[4] H. Schubiner, *Unlearn your pain*, MBP, LLC, 2022

[5] P. Annicq, *Een eetstoornis hoeft niet voor altijd te zijn*, Lannoo Campus, 2024

[6] Doidge, *The Brain That Changes Itself*, Penguin, 2007

[7] Aron E., et al. *Sensory-Processing Sensitivity and Its Relation to Introversion and Emotionality.* J. P. S. Psychol, 1997

[8] *International Association for the Study of Pain*, IASP Terminology. [(consulté le 17 octobre 2024)]

[9] Kosek et al., *Chronic nociplastic pain affecting the musculoskeletal system*, Pain, 2021

[10] Woolf, *Central sensitization: implications for the diagnosis and treatment of pain*, Pain, 2011

[11] Zucker et al., *Subjective experience of sensation in anorexia nervosa*, Behaviour Research and Therapy, 2013.

[12] Ibeziako et al., *Medically hospitalized patients with eating disorders and somatoform disorders in pediatrics*, HP, 2016.

[13] Sim L, et al. *Central Sensitization in Chronic Pain and Eating Disorders: A Potential Shared Pathogenesis,* 2021

[14] Zale et al., *Pain-related fear, disability, and the fear-avoidance model of chronic pain*, Psychology, 2015.

[15] Engel, et al., *Ecological momentary assessment in eating disorder and obesity research*, 2016.

[16] Rowsell et al., *Emotion regulation difficulties in anorexia nervosa*, Journal of Eating, 2016

# Réglementation et économie circulaire : quels défis pour des emballages durables dans l'industrie automobile ?

François FULCONIS[1,*] Mariam ABOULKHOUYOUL[2,] Patrick PUJO[3]
francois.fulconis@univ-avignon.fr mariam.aboulkhouyoul@renault.com patrick.pujo@univ-amu.fr

[1] IUT d'Avignon, Département Packaging (PEC), Avignon Université (AU)
Laboratoire des sciences Juridiques, Politique, Économiques et de Gestion (·JPEG), UPR 3788

[2] Avignon Université (AU) et Renault Group
Laboratoire des sciences Juridiques, Politique, Économiques et de Gestion (·JPEG), UPR 3788

[3] Polytech'Marseille, Aix-Marseille Université (AMU)
Centre de Recherche sur le Transport et la LOGistique (CRET-LOG), UR 881

*L'auteur avec la marque * est auteur correspondant.*

**Thèmes –** *Gestion - Économie - Droit - Environnement.*

**Résumé –** *En profonde transition vers une économie circulaire (EC), l'industrie automobile s'est engagée dans la réduction de l'impact environnemental de ses emballages. Si en France la loi AGEC favorise leur réduction, leur réemploi et leur recyclage, des directives européennes visent en sus à harmoniser ces pratiques, notamment pour que les emballages soient à terme réutilisables ou recyclables. Cette réglementation a pour objectif de favoriser la mise en place de pratiques circulaires et d'améliorations environnementales. Cependant, la réglementation n'est pas forcément adaptée aux spécificités de l'industrie automobile et peut être perçue comme un frein. À titre d'exemple, elle permet la recyclabilité, mais peut entraver la réutilisation. Afin de répondre aux intentions de la réglementation et aux pratiques en entreprise, il s'avère important de relever trois défis : ajuster la réglementation aux spécificités de l'industrie, harmoniser les exigences entre pays et simplifier les procédures administratives.*

**Mots-Clés –** *Chaîne logistique durable, Économie circulaire, Emballages industriels, Réglementations.*

**Section CNU pour cet article :** *06 - Sciences de Gestion et du Management.*

**Article présenté à l'oral par une doctorante –** *OUI*

## 1. Introduction

La transition vers une économie circulaire (EC) dans le secteur de l'emballage industriel représente aujourd'hui un défi majeur pour l'industrie automobile. Avec des objectifs de durabilité de plus en plus ambitieux, le secteur doit composer avec des exigences réglementaires toujours plus strictes visant à réduire l'impact environnemental des emballages. Toutefois, bien que la réglementation agisse comme un levier encourageant le recours à des pratiques plus durables, les derniers indicateurs du Commissariat Général au Développement Durable (CGDD) confirment une difficulté de mise en application des lois au niveau français [1].

Face à ce constat, notre recherche vise à répondre à la question suivante : la réglementation actuelle favorise-t-elle ou entrave-t-elle la transition vers l'EC dans l'usage des emballages dans l'industrie automobile ? Elle étudie plus spécialement comment, dans ce cas spécifique, le cadre réglementaire influence la mise en place de solutions circulaires et comment il pourrait évoluer pour accompagner plus favorablement cette transition.

## 2. Contexte et apports de la littérature

Engagée très fortement dans la transition vers une EC, l'industrie automobile s'efforce actuellement de réduire l'impact environnemental des emballages industriels qu'elle utilise. Peu à peu, le modèle linéaire traditionnel (produire, consommer, jeter) laisse place à un modèle circulaire conduisant à repenser, à chaque étape de la chaîne de valeur, ces emballages [2]. Les emballages plastiques, qui représentent 39 % de la demande totale des plastiques en Europe et dans le monde, sont les principaux concernés [3]. En France, dans le prolongement de la loi 2020-105 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'EC (loi « AGEC »), ces emballages sont directement visés par la stratégie des « 3 R » », à savoir leur réduction, leur réemploi et leur recyclage. Actuellement, 80 % de ces emballages sont constitués de résines plastiques en polyéthylène (PE), polypropylène (PP) et polyéthylène téréphtalate (PET). Dans ce contexte, la réglementation joue un rôle essentiel : elle incite les entreprises à adopter des pratiques circulaires, tout en posant des limites, notamment pour les secteurs avec des spécificités techniques et logistiques complexes comme l'automobile.

### 2.1. Cadre réglementaire européen et français

Au niveau européen, la réglementation se précise depuis les années 1990. La Directive européenne n° 94/62 de 1994 est la principale référence. Relative aux emballages et aux déchets d'emballages, elle avait pour objectif d'harmoniser les mesures nationales des pays membres, prévenir les déchets d'emballages et promouvoir la réutilisation et le recyclage. Plus récemment, la Directive 2018/852 est venue modifier celle de 1994. Tout en réaffirmant la hiérarchie des méthodes de traitement des emballages, elle insiste sur les objectifs de recyclage et précise la responsabilité élargie du producteur (REP) pour les emballages industriels et commerciaux en 2025. Quant à la Directive 2019/904 dédiée aux plastiques à usage unique, elle vise à prévenir et à réduire l'impact des produits en plastique sur l'environnement et à promouvoir la transition vers une EC. Enfin, le règlement sur les « *Emballages et les Déchets d'Emballages* » (PPWR) de 2023, qui révise la directive sur les emballages et les déchets d'emballages (PPWD) de 2018, présente une réelle avancée. Son objectif est d'établir un cadre législatif unifié dans tous les États membres de l'Union européenne, visant à atteindre collectivement les objectifs de réduction des déchets. Il est introduit pour garantir que tous les emballages soient réutilisables ou recyclables de manière économiquement viable d'ici 2030.

Au niveau français, la Loi AGEC 2020-105 apporte une réponse nationale à la lutte contre toutes les formes de gaspillage, la transformation de l'économie linéaire en une EC et la séparation du plastique à usage unique. Parmi les initiatives et textes les plus significatifs, se trouve le Plan d'action pour l'EC 2020 qui traite du taux d'utilisation des matières contribuant à l'EC au cours de la décennie 2020-2030, et des emballages UE qui devront être réutilisables ou recyclables, dans une démarche également économiquement viables (réduction des emballages, suremballages et déchets d'emballages ; conception des emballages en vue du réemploi ou de la recyclabilité ; réduction de la complexité des matériaux d'emballages). Se trouve également le Décret « 3R » plastique (n° 2021-517 du 29/04/2021) qui porte sur la détermination, pour la période 2021-2025, des objectifs de réduction, de réutilisation et de réemploi ainsi que de recyclage des emballages plastiques (supprimer les emballages en plastique à usage unique inutiles ; tendre vers 100 % de recyclage d'ici le 01/01/2025).

### 2.2. Cadre réglementaire : accélérateur ou frein ?

De façon générale, la littérature met en exergue que la réglementation est généralement perçue comme le principal moyen de catalyser les améliorations environnementales. En effet, depuis plusieurs décennies, des études ont confirmé que la force de la contrainte ou le potentiel coercitif reste une incitation plus puissante pour les entreprises pour œuvrer en faveur de l'environnement que leur volonté propre [4]. Même lorsqu'elles reconnaissent les avantages présumés des améliorations volontaires sur leurs performances environnementales, elles donnent le plus souvent la primauté à la réglementation en tant que source ultime de motivation.

Dans le cas des emballages industriels utilisés dans l'automobile, cette tendance est d'autant plus prégnante

que la transition vers l'EC remet fondamentalement en cause les modèles économiques des entreprises concernées. Les investissements initiaux pour à la fois « réduire à la source » la quantité des emballages utilisés pour protéger et transporter les produits, « réemployer et réutiliser » ces emballages, c'est-à-dire utiliser à nouveau sans modification de leur usage initial (réemploi) ou utilisés à nouveau en détournant leur usage initial (réutilisation), les « recycler » pour fabriquer un nouvel objet, sont élevés, et leur rentabilité dépend de facteurs encore peu soutenus par les cadres législatifs actuels [5].

En effet, les contraintes réglementaires sont souvent vues comme des freins, surtout lorsqu'elles imposent des standards de qualité qui ne s'adaptent pas aux exigences des chaines logistiques spécifiques comme celles de l'industrie automobile. Des chercheurs, dont Lieder et Rashid [6], suggèrent que les régulations devraient soutenir davantage les innovations technologiques et les modèles de réutilisation, en intégrant des incitations financières et en favorisant une harmonisation des standards au niveau européen pour éviter des disparités qui pénalisent la logistique circulaire lorsqu'elle implique différents pays.

Ainsi, la littérature révèle une situation ambivalente : si la réglementation constitue un moteur pour l'intégration de pratiques circulaires, elle peut aussi entraver cette transition en imposant des standards rigides et parfois inadaptés, voire incompatibles, avec la réalité industrielle.

## 3. Méthodologie et premiers résultats

Notre étude s'inscrit dans le cadre d'une thèse CIFRE en cours effectuée au sein du groupe automobile Renault. Un de ses volets se concentre tout particulièrement sur l'impact de la réglementation en matière d'emballages industriels et sur la mise en place du nouveau modèle économique que représente l'EC. Pour ce faire, une méthodologie qualitative combinant une analyse documentaire de la réglementation et des entretiens semi-directifs avec des experts du secteur a été déployée. Au cours de l'année 2024, plusieurs entretiens semi-directifs flexibles ont été réalisés. Ils avaient pour objectif le recueil des perceptions d'acteurs clés de l'industrie automobiles : constructeurs, fournisseurs et autorités de réglementation.

Les entretiens ont permis d'identifier les principaux blocages perçus par les entreprises vis-à-vis des exigences réglementaires et de recenser des exemples concrets de solutions adaptatives. Les premiers résultats révèlent une disparité entre les intentions de la réglementation et les pratiques en entreprise. En effet, si certaines normes facilitent la réduction des déchets par le biais de la recyclabilité, elles ne permettent pas toujours une circularité complète, notamment en ce qui concerne la réutilisation des emballages à l'échelle industrielle. De plus, les entreprises expriment un besoin de flexibilité réglementaire pour pouvoir innover en matière de réemploi (mise en place de circuits logistiques en boucles fermées, développement de systèmes de traçabilité, etc.). Ces premiers résultats suggèrent qu'un ajustement des normes, prenant en compte les spécificités du secteur, s'avèrent nécessaires pour véritablement soutenir la transition vers une EC.

## 4. Défis réglementaires et perspectives

En synthèse, notre étude souligne que si la réglementation actuelle en matière d'EC et d'emballages industriels utilisés dans l'automobile favorise la transition vers un nouveau modèle économique, parallèlement, il est nécessaire de relever trois défis. (1) Le premier concerne l'adéquation de la réglementation aux spécificités de l'industrie automobile, puisqu'à ce jour elle prend insuffisamment en compte ses particularités (matériaux divers, chaînes logistiques complexes, processus d'assemblage sophistiqués). (2) Le deuxième révèle les problèmes que posent la multiplicité et la divergence des exigences réglementaires entre pays compliquant la mise en conformité des entreprises opérant à l'international. (3) Le troisième renvoie à la complexité des procédures administratives qui, associées à la conformité réglementaire, sont souvent complexes et peuvent entraver les démarches des entreprises engagées dans la recherche de pratiques durables. Ainsi, les acteurs privés comme publics sont plus que jamais invités à continuer à travailler de concert, à l'échelle nationale, européenne et internationale, pour co-construire un nouveau modèle, satisfaisant à la fois des contraintes économiques, environnementales et sociétales pour atteindre le plus rapidement possible les objectifs de pleine circularité.

## Références


[1] Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires, *Données et études statistiques - Indicateurs clés pour le suivi de l'économie circulaire*. Site consulté le 04/10/2024 : https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr

[2] M. Geissdoerfer, P. Savaget et N. Bocken, The Circular Economy – A new sustainability paradigm?, *Journal of Cleaner Production*, 143, 2017, 758-768.

[3] PlasticsEurope Report, *Plastics – the Facts 2019*, Brussels: Plastics Europe, 2019, 1-42.

[4] H.E. Williams, J. Medhurst et K. Drew, Corporate strategies for a sustainable future, in: Fischer K & Schot J. (eds), *Environmental Strategies for Industry: International Perspectives on Research Needs and Policy Implications*, Island Press, Washington, DC, 1993, 117-146.

[5] N. Bocken, I. de Pauw, C.A. Bakker & B. van der Grinten. Product design and business model strategies for a circular economy, *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5), 2016, 308-320.

[6] M. Lieder et A. Rashid, A., Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry, *Journal of Cleaner Production*, 115, 2016, 36-51.

# Stratégies de croissance pour l'élargissement de substrats de diamant CVD fortement dopé au bore orienté (113)

Jocelyn Achard[1,*] jocelyn.achard@lspm.cnrs.fr
Rémi Mesples-Carrère[1] remi.mesples-carrere@lspm.cnrs.fr
Vianney Mille [1] vianney.mille@lspm.cnrs.fr
Riadh Issaoui[1,2] riadh.Issaoui@hiqute-diamond.com
Audrey Valentin[1] audrey.valentin@lspm.cnrs.fr

[1] IUT de Saint Denis, Université Sorbonne Paris Nord
Laboratoire des Sciences des Procédés et des Matériaux, UPR 3407
[2] HiQuTe Diamond

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Matériaux - Électronique*

**Résumé –** *Dans la présente étude, une stratégie de croissance permettant d'élargir des diamants épais fortement dopés au bore sur une orientation spécifique (113) est proposée. Elle repose sur un modèle géométrique développé au LSPM, qui est utilisé pour visualiser l'évolution de la forme du cristal déposé. Ce modèle nous a permis d'identifier les paramètres de croissance spécifiques permettant de ralentir la vitesse de croissance le long de la direction <113> et, en même temps, d'augmenter continuellement la surface de cette face cristalline. Des dépôts ont été effectués et ont permis d'obtenir une augmentation significative de la surface supérieure de 145%. La résistivité, mesurée par un système de sonde à quatre pointes atteint une valeur aussi basse que 5mΩ.cm, ce qui est comparable aux meilleurs résultats obtenus sur des couches épaisses selon l'orientation conventionnelle (100).*

**Mots-Clés –** *Dépôt chimique en phase vapeur, diamant CVD monocristallin, dopage au bore.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *63, 28.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Introduction

Le diamant est depuis longtemps reconnu comme un matériau très prometteur dans le domaine de l'électronique de puissance en raison de ses propriétés exceptionnelles. Néanmoins, le développement de composants électroniques élémentaires, et en particulier de composants bipolaires, reste un défi important dans la mesure où il nécessite des films épais et fortement dopés, idéalement avec une surface supérieure aussi grande que possible. Ces couches sont généralement déposées selon l'orientation classique (100) qui est la seule permettant de conserver une bonne qualité cristalline sur des épaisseurs de dépôt importantes. Malheureusement, le dopage du diamant de type-n sur cette orientation spécifique souffre d'un taux de compensation important interdisant la réalisation de composants bipolaires. Néanmoins, il a été récemment montré que l'utilisation de cristaux orientés (113) permet de diminuer ce taux de compensation, ce qui a suscité un intérêt croissant pour la synthèse de couches de diamant CVD sur cette orientation spécifique [1]. Par ailleurs, des résultats encourageants sur la faisabilité de croissances épaisses de diamant orienté (113) et dopé au bore ont été obtenus [2], ouvrant la voie au développement de composants verticaux plus efficaces. Bien que les propriétés des couches orientées (113) déposées soient prometteuses, des facteurs limitatifs ralentissent encore leur mise en œuvre, notamment le manque de substrats orientés (113) disponibles commercialement. En outre, la maximisation du nombre de composants produits par échantillon CVD implique le développement de surfaces fonctionnelles plus larges sur cette orientation. C'est l'objectif principal de ce travail pour lequel on s'est appuyé sur l'utilisation d'un modèle géométrique 3D qui nous a permis déterminer les conditions de croissance les plus favorables. Différentes croissances ont alors été réalisées permettant de valider les résultats théoriques obtenus.

## 2 Détails expérimentaux

Les substrats orientés (113) ont été obtenus par des opérations de découpe laser et de polissage, à partir de substrats commerciaux de 1,5 mm d'épaisseur dont toutes les faces sont orientées dans la direction <100>. Les substrats ainsi obtenus sont cylindriques avec un diamètre de 2 mm et une épaisseur de 0,5 mm. Un dépôt chimique en phase vapeur assisté par plasma micro-ondes (MPACVD) a ensuite été réalisé en utilisant les paramètres de croissance déterminés grâce au modèle géométrique qui sera décrit au paragraphe 3. La température du substrat a été mesurée à l'aide d'un pyromètre bichromatique et un débit de gaz total constant de 200 sccm a été maintenu tout au long de la croissance. Les dépôts ont été réalisés avec des puretés d'hydrogène et de méthane de 9N et 5N5 respectivement, et le dopage au bore a été réalisé par ajout de diborane ($B_2H_6$) dans la phase gazeuse. Plusieurs dépôts ont été effectués afin d'assurer la reproductibilité du procédé. Les niveaux de dopage des échantillons de croissance ont été caractérisés par spectroscopie Raman. La morphologie de surface et les élargissements de ces échantillons ont été observés et quantifiés par microscopie. Enfin, les mesures de résistivité électrique ont été effectuées à l'aide d'un système 4 pointes Keithley 4200-SCS.

## 3 Modèle géométrique

Ce modèle géométrique, développé il y a maintenant quelques années par le LSPM [3], permet de prédire la forme des cristaux au cours de la croissance, en fonction des paramètres de croissance α, β et γ, du temps de dépôt et de la forme, de l'orientation et des dimensions initiales du substrat. Seuls 3 paramètres de croissance ont été définis en tenant compte des faces cristallines stables observées pour le diamant CVD. Ces paramètres sont proportionnels au rapport entre la vitesse de croissance des plans {100} et, respectivement, celle des plans {111}, {110} et {113}. Ils sont donnés par les équations suivantes.

$$\alpha = \sqrt{3} \times \frac{V_{\{100\}}}{V_{\{111\}}} \; ; \; \beta = \sqrt{2} \times \frac{V_{\{100\}}}{V_{\{110\}}} \; ; \; \gamma = \sqrt{11} \times \frac{V_{\{100\}}}{V_{\{113\}}}$$

L'utilisation de ce modèle nous a permis de déterminer que le jeu de paramètres le plus favorable est {α=1,5 ; β=0,8 ; γ=3,5} pour obtenir une augmentation continuelle de la face supérieure de l'échantillon au cours de la croissance.

Des études antérieures menées au LSPM nous ont permis de relier ces paramètres de croissance aux paramètres d'entrée du réacteur et de définir ainsi une température de substrat de 850°C pendant tout le processus de croissance, une phase plasma composée de 6% de méthane, 0.25% d'oxygène et 5000 ppm de $(B/C)_{gaz}$. Enfin, un couple pression/puissance micro-ondes a été fixé à 200mbar/3kW afin de maximiser la qualité cristalline des films déposés.

## 4 Résultats expérimentaux et discussions

Quatre échantillons orientés (113) ont été réalisés pour lesquels les détails sont donnés dans la table 1.

Table 1 – Résumé des échantillons réalisés dans ce travail

| Echantillons | A1 | A2 | A3 | B1 | B2 | C | D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Epaisseur (µm) | - | - | 930 | - | 745 | 645 | 647 |
| Surface supérieure ($mm^2$) | 4.69 | 4.94 | 10.7 | 4.75 | 7.6 | 7.09 | 8.08 |
| Facteur d'élargissement | 1.08 | 1.13 | 2.45 | 1.09 | 1.85 | 1.73 | 1.97 |
| Durée de dépôt (h) | 45 | 70 | 260 | 50 | 195 | 185 | 155 |
| Concentration de bore ($at.cm^{-3}$) | - | - | $5x10^{20}$ | - | $7x10^{20}$ | $6x10^{20}$ | $4x10^{20}$ |

Afin d'observer l'évolution de la surface supérieure tout au long de la croissance, le dépôt des échantillons A a été interrompu deux fois et celui de l'échantillon B une fois. Lors de ces interruptions, les échantillons ont été caractérisés par microscopie afin d'évaluer leur

élargissement. Les échantillons C et D ont ensuite été déposés dans le but de s'assurer de la reproductibilité du procédé utilisé. Un facteur d'élargissement a été défini afin de quantifier l'augmentation de la surface fonctionnelle orientée (113).

Comme le montre la figure 1, après 45 heures de croissance, l'élargissement de la surface supérieure de l'échantillon n'a augmenté que d'un facteur de 1,08, mais l'apparition de plans cristallographiques sur la surface cylindrique peut être observée. Après 70 heures de dépôts, la surface atteint 1,13 fois la surface initiale ce qui reste faible et nous a poussé à augmenter le temps de dépôt avant de retirer l'échantillon du réacteur. Ainsi, après un dépôt de 260 heures, la surface finale est 145% plus large que celle du substrat initial. Le diamètre fonctionnel est passé de 2,3 à 3,7 millimètres.

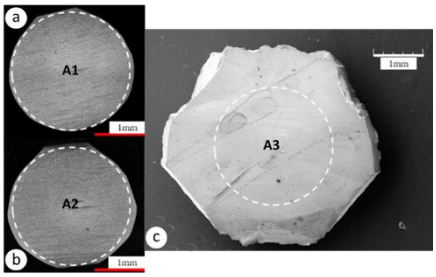



Figure 1 – (a)(b) Surfaces supérieures respectives des échantillons A1 et A2. (c) Surface supérieure de l'échantillon A3. Les lignes blanches en pointillés représentent la surface du substrat initial utilisé pour ce dépôt.

L'échantillon B a été retiré du réacteur après 50 et 195 heures et la surface fonctionnelle a été mesurée. Une valeur de 1,09 a été observée après 50 heures de dépôt, ce qui corrobore parfaitement les résultats obtenus avec l'échantillon A. Enfin, après 195 heures de croissance, le facteur d'élargissement final a atteint 1,85, valeur cohérente avec les résultats précédents. Enfin, la croissance des échantillons C et D a permis de s'assurer de la fiabilité du procédé puisque les cristaux dopés ainsi obtenus ont une forme extrêmement similaire à celle de l'échantillon B, comme le montre la Figure 2. En effet, après respectivement 185 et 155 heures de dépôt, les plans cristallographiques à la périphérie de cet échantillon sont exactement les mêmes que ceux de l'échantillon B.

Après avoir atteint l'objectif d'élargissement des échantillons et prouvé la reproductibilité du procédé développé, les propriétés des couches déposées ont été évaluées afin de déterminer leur potentiel en tant que substrats dopés pour des structures verticales en électronique de puissance.

Les spectres Raman des échantillons obtenus (non présentés dans le document) montrent l'apparition d'un fort effet Fano, qui est une dissymétrie visible des raies de bases de part et d'autre du pic diamant. Cet effet, combiné à des valeurs très élevées de leurs largeurs à mi-hauteur est caractéristique d'un fort niveau de dopage en bore. Les résultats fournis par l'outil d'analyse Raman, développé par l'Académie tchèque des sciences [4], confirment cette hypothèse en montrant une concentration en bore supérieure à $10^{20}$ $cm^{-1}$ $at.cm^{-3}$ pour chaque échantillon.

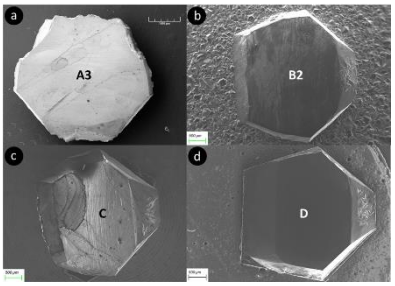



Figure 2 – Morphologies de la surface supérieure de (a) l'échantillon A3, (b) l'échantillon B2, (c) l'échantillon C et (d) l'échantillon D.

Les mesures de résistivités quatre pointes corroborent ces résultats puisque des valeurs d'environ 10mΩ.cm ont été obtenues pour les échantillons A, B et C, valeur atteignant même 5mΩ.cm pour l'échantillon D.

## 5 Conclusions

L'élargissement de films épais de diamant dopé au bore et orientés (113) obtenus par MWPACVD a été réalisé avec succès permettant d'atteindre 2,45 fois la surface initiale. La spectroscopie Raman et les mesures quatre points montrent un niveau élevé de dopage au bore, avec une résistivité mesurée aussi basse que 5mΩ.cm, dans le cas optimal. Ces résultats ouvrent la voie au développement de composants électroniques verticaux bipolaire. En effet, l'orientation (113) pourrait être particulièrement utile pour le dopage de type n avec du phosphore qui est encore très peu efficace sur l'orientation (100).

## 6 Remerciements

Ce travail a bénéficié du support financier de l'ANR LAPIN113 (ANR-19-CE29-0017-04) et du programme d'investissement Equipex e-Diamant (ANR-21-ESRE-0031).

## Références

[1] M.-A. Pinault-Thaury et al, *Attractive electron mobility in (113) n-type phosphorus-doped homoepitaxial diamond*, Carbon, 175 (2021) pp. 254-258.

[2] A. Tallaire et al, *Growth of thick and heavily boron-doped (113)-oriented CVD diamond films*, Diam. Relat. Mat., 66 (2016) pp. 61-66.

[3] F. Silva et al, *Geometric modeling of homoepitaxial CVD diamond growth*, J. Cryst. Growth, 310 (2008) pp. 187-203.

[4] V. Mortet et al, *Determination of atomic boron concentration in heavily boron-doped diamond by Raman spectroscopy*, Diam. Relat. Mat., 93 (2019) pp. 54-58.

# Développement d'un moteur Ericsson à piston liquide libre pour valorisation de chaleur fatale

Victor Lanceleur[1,2,*] victor.lanceleur@extrajool.com
Sébastien Thomas[2] sebastien.thomas@extrajool.com
Pascal Stouffs[1,*] pascal.stouffs@univ-pau.fr

[1] IUT des Pays de l'Adour, MT2E
Laboratoire de Thermique, Energétique et Procédés (LaTEP)
Universite de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

[2] ExtraJool
Bordeaux

*Les auteurs avec la marque * sont auteurs correspondants.*

**Thèmes –** *Énergie - Environnement - Mécanique*

**Résumé –** *Suite aux travaux de thèse réalisés à l'IUT des Pays de l'Adour et au LaTEP par Max NDAME (2019) et Ryma CHOUDER (2023), l'UPPA et la start-up ExtraJool collaborent au développement d'un générateur thermo-électrique capable de convertir de la chaleur en électricité. Ces travaux se déroulent dans le cadre de la thèse CIFRE de Victor LANCELEUR. L'originalité du concept développé dans le cadre de cette thèse consiste en l'utilisation d'une machine à piston liquide libre portant un alternateur linéaire, le piston liquide et l'alternateur étant mis en mouvement par un cycle thermodynamique de Joule réalisé avec de l'air en circuit ouvert. Cette innovation permettra la valorisation de l'énergie thermique fatale, de l'énergie solaire concentrée ou de la biomasse, dans une plage de puissance pour laquelle il n'existe actuellement pas de solution technologique pertinente.*

**Mots-Clés –** *Moteur thermique, piston liquide, alternateur linéaire, valorisation d'énergie renouvelable.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *62.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *OUI*

## 1 Introduction

Il existe actuellement un besoin de systèmes énergétiques moteurs permettant de valoriser efficacement de la chaleur à 150 °C … 400 °C pour produire de l'électricité dans des gammes de puissance de quelques centaines de watts à quelques dizaines de kilowatts, que ce soit pour la valorisation énergétique de l'important gisement de chaleur fatale [1] ou la conversion de chaleur renouvelable issue par exemple d'énergie solaire concentrée [2] ou de la biomasse [3]. Les moteurs thermiques à apport de chaleur externe basés sur l'utilisation de turbomachines (cycles à vapeur d'eau, cycles ORC, cycles à turbines à gaz à échangeur) sont adaptés aux grands débits volumiques de fluide de travail, et donc peu appropriés pour les systèmes de petite puissance [4]. Pour ces systèmes, des cycles basés sur l'utilisation de machines volumétriques de compression et de détente sont préférables. Parmi les machines volumétriques, les machines alternatives piston-cylindre se montrent toujours très efficaces, notamment du fait des problèmes de fuites ou de frottement des machines volumétriques rotatives.

## 2 Le moteur ERICSSON

La famille des moteurs dits 'Moteurs à air chaud' comprend deux sous-familles : les moteurs Stirling, sans soupapes ni clapets, inventés en 1816, et les moteurs Ericsson, avec soupapes ou clapets, inventés en 1833. Un moteur Ericsson se définit comme un moteur à cylindres de compression et de détente distincts et munis de soupapes ou de clapets, et à fluide de travail monophasique gazeux. Le cycle thermodynamique de référence de ces moteurs est le cycle de Joule. La figure 1 présente le schéma de principe d'un moteur Ericsson.

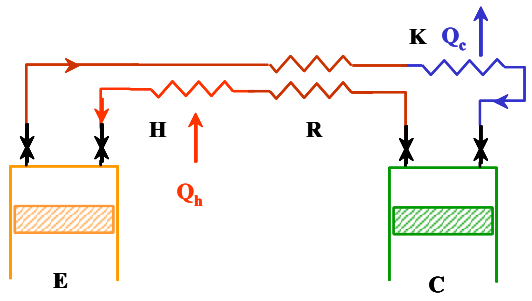



Figure 1 – schéma de principe d'un moteur Ericsson

Un moteur Ericsson comprend généralement 5 éléments : un cylindre de compression C, un échangeur récupérateur R, un échangeur réchauffeur H, un cylindre de détente E et un échangeur refroidisseur K. Ce moteur peut fonctionner en cycle fermé, mais aussi en circuit ouvert avec de l'air comme fluide de travail. Dans ce cas, il n'y a donc pas d'échangeur refroidisseur K.

Lorsqu'il s'agit de convertir de l'énergie thermique à des niveaux de température moyens (150 °C … 400 °C), il a été montré que la configuration du moteur Ericsson est bien adaptée [5]. Les travaux portant sur les moteurs Ericsson restent beaucoup moins nombreux que ceux portant sur les moteurs Stirling. Le Laboratoire de Thermique, Energétique et Procédés (LaTEP) de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour étudie activement les moteurs Ericsson depuis le début des années 2000, avec 7 thèses consacrées à ce type de moteur réalisées dans les locaux de l'IUT des Pays de l'Adour.

## 3 Le moteur ERICSSON à piston liquide libre

Une configuration originale de moteur Ericsson à piston liquide libre a été proposée par Ryma Chouder [6]. La figure 2 en présente le schéma de principe. Dans cette configuration, le fluide de travail est de l'air, qui passe successivement dans le cylindre de compression C, l'échangeur récupérateur R, l'échangeur chaud H. Une partie de l'air est ensuite dirigée vers le cylindre de détente E, pour activer la compression via le piston liquide contenu dans la colonne en U. L'autre partie de l'air comprimé chaud est dirigé vers un organe de détente externe M pour produire l'énergie mécanique utile. La colonne d'eau contenue dans le tube en U oscille librement entre son point mort bas PMB et son point mort haut PMH. La culasse du cylindre de compression est munie de clapets automatiques. La culasse du cylindre de détente est munie de soupapes commandées pour l'admission A et le refoulement E. Les ouvertures O et fermetures F de ces soupapes sont commandées en fonction des positions OA, FA, OE, FE de la colonne liquide.

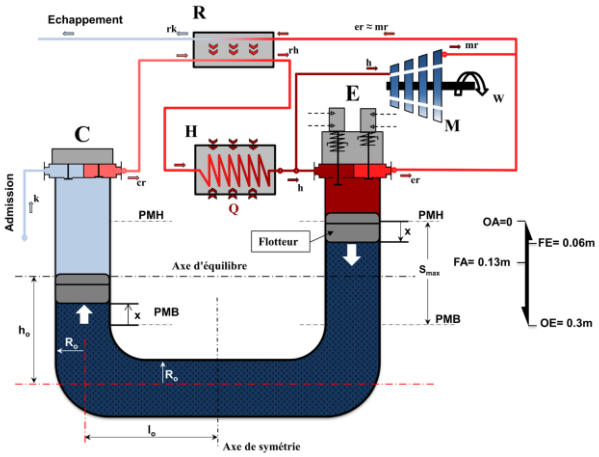



Figure 2 – moteur Ericsson à piston liquide libre

La figure 3 présente le banc expérimental réalisé dans

les locaux du département MT2E de l'IUT des Pays de l'Adour.

Figure 3 – banc expérimental à l'IUT

## 4 La nouvelle configuration développée avec ExtraJool

La configuration développée dans le cadre de la thèse CIFRE avec ExtraJool se distingue de celle présentée en figure 2 par le fait que l'énergie mécanique utile ne sera pas extraite par une machine de détente externe, mais par un alternateur linéaire dont la partie mobile est portée par un flotteur sur l'eau contenue dans la branche de compression du tube en U. L'objectif est de développer une machine permettant de produire une puissance électrique d'une vingtaine de kilowatts.

La figure 4 présente le prototype de taille réduite développé et testé dans les locaux d'ExtraJool. Les premiers résultats expérimentaux obtenus sur ce prototype sont encourageants.

Le travail en cours porte sur l'étude expérimentale de ce prototype de taille réduite de 200 W doté d'un alternateur linéaire, le développement d'un modèle de simulation et sa validation à partir des résultats expérimentaux obtenus sur le prototype, l'optimisation de ce prototype à partir des résultats du modèle, la simulation et l'extrapolation des résultats sur un moteur de puissance 20 kW, la réalisation et le test du prototype de taille réelle.

## 5 Conclusion

Les travaux de recherche sur le moteur Ericsson menés depuis 2000 par le LaTEP dans les locaux du département MT2E de l'IUT des Pays de l'Adour ont conduit à une collaboration avec la start-up ExtraJool pour le développement d'un moteur Ericsson à piston liquide libre entraînant un alternateur linéaire pour la valorisation de chaleur fatale ou d'énergies renouvelables telles que l'énergie solaire concentrée ou la biomasse. Les premiers résultats obtenus dans le cadre de cette collaboration sont encourageants.

Figure 4 – prototype d'ExtraJool

## Références


[1] Avis d'experts : *Récupération de chaleur fatale – Etat des réalisations et évolutions du gisement à fin 2020*, Rapport ADEME, février 2022.

[2] A. H. Alami, et al, *Concentrating solar power (CSP) technologies: Status and analysis*, International Journal of Thermofluids, Volume 18, 2023, 100340, ISSN 2666-2027, https://doi.org/10.1016/j.ijft.2023.100340.

[3] C. Stan, *Heat and electrical energy from waste and biomass to reduce greenhouse gas emissions*. In: Energy Scenarios for the Future. Springer, Berlin, Heidelberg, 2024. https://doi.org/10.1007/978-3-662-69687-3_9.

[4] M. Imran et al., *Volumetric expanders for low grade heat and waste heat recovery applications*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 57, 2016, Pages 1090-1109, ISSN 1364-0321, https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.139.

[5] Sébastien Bonnet, *Moteurs thermiques à apport de chaleur externe : étude d'un moteur Stirling et d'un moteur Ericsson*, thèse de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour, 2005.

[6] Ryma Chouder, *Étude théorique et expérimentale d'un moteur Ericsson à piston liquide libre de configuration originale*, Thèse de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour, 2023, https://theses.fr/2023PAUU3022.

# Territorialisation du système de santé français et participation des acteurs locaux. L'exemple d'un groupe multi partenarial de recherche-action sur la santé globale dans le Roannais.

Jacques Poisat
jacques.poisat@univ-st-etienne.fr

IUT Roanne, Université Jean Monnet, Saint Etienne
Environnement, Ville, Société, CNRS-UMR 5600

**Thèmes –** *Economie, santé, SHS*

**Résumé –** *Dans le monde incertain d'aujourd'hui, la réponse aux crises dans le domaine sanitaire ne peut plus résulter uniquement des mécanismes de marché et des politiques publiques. La délibération citoyenne, qui est au cœur de l'économie solidaire, constitue un mode de régulation complémentaire. Pour faire face aux dysfonctionnements structurels et aux crises conjoncturelles, la société civile a démontré son efficacité, à côté des politiques publiques de territorialisation et de décloisonnement d'un système de santé de plus en plus financiarisé qui fonctionne plutôt en silos. L'analyse de l'émergence d'un espace collaboratif de recherche-action participative sur les enjeux de la santé globale dans le Roannais permet d'éclairer l'intérêt, les étapes et les difficultés de la mise en œuvre de la délibération citoyenne dans un territoire afin de gérer la santé comme un « bien commun ».*

**Mots-Clés –** *délibération, recherche participative, Roannais, santé.*

**Section CNU pour cet article –** *05*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –***NON*

## 1. Introduction

Les crises et défis auxquels se trouve confronté le système de santé français, que la pandémie de la Covid-19 et l'inflation récente n'ont fait qu'accentuer, ont conduit les politiques publiques à initier moult tentatives de décloisonnement et de territorialisation de l'organisation des soins mais qui restent trop centralisées et n'associent pas suffisamment l'ensemble des acteurs locaux (collectivités, associations, citoyens…). De plus, la succession des réformes a notablement complexifié l'organisation territoriale des soins [1]. L'analyse de l'émergence d'un groupe de recherche-action, qui réunit acteurs et chercheurs issus de mondes différents, sur la santé globale dans le Roannais illustre les enjeux et difficultés de l'organisation de la délibération citoyenne [2] dans un territoire, afin de gérer la santé comme un « bien commun » [3].

## 2. Contexte et questions centrales

Comme de nombreux territoires, le Roannais (150 000 habitants), au nord du département de la Loire, affronte de grandes difficultés en matière de santé publique, notamment dans l'accès aux soins. Dans ce domaine comme dans beaucoup d'autres, de nombreuses actions ont été développées ces dernières années par maints organismes, institutions, collectivités locales, associations, professionnels de santé... mais sont insuffisamment coordonnées entre elles. Fin 2023, l'association POLLENS, créée en 2012 et reconnue comme pôle de l'Economie Sociale et Solidaire du Roannais par la Chambre régionale de l'ESS (CRESS) Auvergne-Rhône-Alpes, a décidé de créer un groupe de recherche-action participative sur les enjeux locaux de santé publique, qui serait largement ouvert à tous les acteurs concernés. En résumé, il s'agit d'amorcer la construction d'un espace collaboratif qui permettrait aux chercheurs et acteurs locaux impliqués dans la santé mais parfois issus de mondes différents (élus, professionnels, Communauté Professionnelle Territoriale de Santé (CPTS), Centre hospitalier, services de l'Etat, associations, mutuelles, usagers, porteurs de projet, citoyens, etc.) de tisser des liens entre eux, de mener une réflexion collective, de renforcer la coordination de leurs actions, voire de coconstruire de nouveaux projets, pour mieux répondre aux enjeux de « santé globale » (*one health*) dans le Roannais [4].

La question centrale de recherche peut se résumer ainsi : pourquoi et comment constituer un espace de délibération impliquant de nombreux partenaires sur des questions de santé publique qui représentent un véritable enjeu pour le Roannais ? Autrement dit, comment créer des espaces interstitiels où des représentants de mondes hétérogènes puissent se reconnaître et construire des collaborations [5], afin de redonner aux acteurs locaux du pouvoir d'agir sur le système de santé ?

## 3. Méthodologie

Dés l'été 2023, en collaboration avec le bureau de Pollens et les premières structures intéressées par le projet (CPTS, Centre hospitalier, mutuelle locale…), j'ai entrepris un diagnostic précis, qui a clairement montré la fragilisation de l'écosystème de santé en Roannais : face à une population vieillissante et à l'augmentation de la précarité, l'offre médicale en médecine de ville s'avère insuffisante, surtout en soins primaires. Fin 2023, un groupe d'étudiants du Master 2 ESS de l'Université Lumière Lyon 2 a réalisé un repérage d'initiatives similaires développées ailleurs en France, et esquissé un premier diagnostic des forces, faiblesses, opportunités et menaces autour du projet. Enfin, grâce à un stage individuel de master 2 en sociologie, de février à juin 2024, Pollens a pu conduire la phase d'émergence du groupe santé (attentes des acteurs, forme et composition du réseau, thèmes à traiter…), en adoptant une démarche participative « chemin faisant » [6]. Dans un premier temps, des entretiens semi-directifs ont été conduits auprès d'une trentaine d'acteurs politiques, institutionnels, associatifs du Roannais entretenant un lien direct ou indirect avec la santé, afin de mesurer leur intérêt à participer au groupe santé, de cerner leurs besoins et attentes à l'égard de Pollens et de connaître les thèmes dont ils souhaiteraient débattre. Dans un second temps, au cours de quatre réunions, les acteurs les plus impliqués dans le projet ont pu discuter des résultats de l'enquête qualitative et les traduire en préconisations pour la composition, les thèmes de travail et l'organisation du groupe santé.

## 4. Premiers résultats

*« Il est estimé que les services de santé « n'expliquent » que 25% de l'état de santé de la population, 50% est déterminé par son environnement économique*. » [7]. Dans le réseau d'environ quatre-vingts acteurs qui constituent aujourd'hui le groupe santé, Pollens a donc intégré des représentants des collectivités locales ainsi qu'un grand nombre d'institutions, organisations, professionnels et bénévoles qui appartiennent à des mondes hétérogènes (santé, social, travail, insertion, alimentation, sport, culture, loisirs, environnement…).

Les entretiens ont montré que la plupart des acteurs

interrogés souhaitent développer l'interconnaissance, confronter leurs analyses et pratiques, coordonner leurs activités et réfléchir collectivement à de nouveaux projets. Les nombreux thèmes de travail qu'ils ont proposés peuvent se regrouper en quatre grandes catégories : âge et dépendance ; précarité en santé et psychiatrie ; qualité de vie ; et surtout territorialisation et accès aux soins. Au regard de cette diversité, les réunions du groupe ont fait émerger un thème de travail transversal - **l'innovation en santé,** sous toutes ses formes (technologique, institutionnelle, organisationnelle, sociale…) – et deux objectifs principaux – le développement de la **démocratie en santé** et l'hébergement d'expérimentations. Ainsi, le projet de Pollens, construit avec les acteurs locaux selon une démarche ascendante, rejoint les objectifs du Projet régional de santé Auvergne-Rhône-Alpes 2018-2028, en particulier les orientations 05 et 06, *id est* : *« renforcer la démocratie en santé », « développer les démarches participatives au niveau territorial »* et *« adapter le système de santé en s'appuyant sur les innovations »* [8]. Pollens a donc décidé de s'inscrire comme partenaire des deux nouveaux contrats locaux de santé que les Etablissements publics de coopération intercommunale (EPCI) du Roannais vont conclure prochainement avec l'Agence régionale de Santé Auvergne-Rhône-Alpes.

Les parties prenantes ayant toutes insisté sur la nécessité d'une organisation opérationnelle du groupe santé, afin de parvenir rapidement à des résultats, a été constitué un **comité de pilotage,** qui regroupe, autour des coprésidents de Pollens, des acteurs majeurs de la santé dans le Roannais : EPCI, CRESS Auvergne-Rhône-Alpes, Centre hospitalier de Roanne, CPTS, associations sociales, porteuses de projet.

L'enquête ayant montré que les enjeux et problèmes sanitaires diffèrent selon les communes du Roannais, le comité de pilotage a proposé une esquisse d'organisation du groupe : **un tiers-lieu en archipel (ou un laboratoire vivant) dans l'écosystème de santé du Roannais**. Cette structure s'appuiera sur un réseau d'acteurs répartis sur les cinq EPCI du territoire et encouragera l'émergence d'antennes/groupes locaux constituant des espaces d'apprentissage du travail collaboratif grâce à la proximité spatiale.

## 5. Conclusion

Réunir des acteurs très différents dans une démarche participative se heurte à de nombreux défis. La pluralité d'ancrages identitaires des participants au groupe santé rend nécessaire la recherche d'une convergence des intérêts et des valeurs pour aligner les logiques d'action et construire un sens partagé autour du partenariat [9]. Mais l'interconnaissance et le partage des valeurs n'étant que faiblement prédicteurs de la capacité à coopérer [10], force est de s'interroger sur les freins à la coopération et les moyens de la faciliter. Les prochaines actions du projet, celles de la phase d'expérimentation, devront viser tant à conforter le fonctionnement participatif du groupe, de manière à stabiliser les collaborations, qu'à chercher à en accroître l'audience auprès des professionnels de santé et des citoyens, notamment en organisant des évènements publics tels que le forum ESS-santé, le 21 novembre 2024 à l'IUT de Roanne.

## 6. Références


[1] Sénat. (2022). *Hôpital : sortir des urgences*. Rapport commission d'enquête n° 587, 29 mars.

[2] Dacheux, E., Goujon, D. (2020). *Défaire le capitalisme, refaire la démocratie : les enjeux du délibéralisme*. Érès.

[3] Poisat, J. (2024). L'économie sociale et solidaire, une réponse aux crises et défaillances du système de santé ? L'exemple du pôle de coordination de l'ESS dans le Roannais (France). *63ème Congrès de l'Association internationale des économistes de langue française, Sofia (Bulgarie), 27-29 mai 2024.* (Publication en cours).

[4] Audoux, C., Gillet, A. (2011). Recherche partenariale et co-construction de savoirs entre chercheurs et acteurs : l'épreuve de la traduction. *Revue Interventions économiques. Papers in Political Economy*, no 43.

[5] Lyet, P. (2008). *L'institution incertaine du partenariat. Une analyse socio-anthropologique de la gouvernance partenariale dans l'action sociale territoriale.* L'Harmattan.

[6] Bermond, C. (2024). *Emergence d'un réseau partenarial en santé en Loire Nord entre innovation et normativité.* Mémoire master II Politiques sociales et développement territorial, Université Jean Monnet, Saint-Etienne.

[7] Fédération hospitalière de France. (2021). *Territoires de santé. Une nouvelle organisation pour mieux répondre aux besoins de la population.*

[8] Agence régionale de santé Auvergne-Rhône-Alpes. (2019). *Suivi et évaluation du Projet régional de santé 2018-2028*.

[9] Grenier, C. (2015). Construire la diversité des acteurs pour innover. Le cas d'un réseau de santé. *Revue Interdisciplinaire Management, Homme & Entreprise*, 15, 4(1), 66-84.

[10] Bergeron, H., Castel, P. (2018). *Sociologie politique de la santé.* Paris : PUF.

# Affect et biais cognitifs au cœur du réseau socionumérique TikTok : une exploration de #BookTok

Magali BIGEY*
magali.bigey@gmail.com

*IUT de Besançon – Département Information-Communication
Laboratoire ELLIADD – Equipe Médiations et Pratiques Numériques

**Thèmes –** *SHS - Lettres - Communication*

**Résumé –** *Cet article examine l'influence de #BookTok sur les pratiques de lecture, en particulier chez le jeune lectorat. Sur le réseau socionumérique TikTok et sous le hashtag #BookTok, les jeunes partagent spontanément leurs réactions émotionnelles face aux livres, créant un espace cathartique qui renforce un sentiment d'appartenance communautaire, mais ils sont en tension constante entre performativité et authenticité de leurs vidéos. Ces dernières conjuguent réception et prescription dans un même espace, entraînant des réactions alimentant l'algorithme du réseau et créant des biais cognitifs. Ce modèle de recommandation et de réception façonne les goûts du lectorat qui sont constamment validés et reproduits, favorisant ainsi l'engouement pour la lecture et l'expansion de la communauté. L'article met en lumière l'efficacité de TikTok dans la promotion de la lecture auprès des jeunes publics grâce aux dynamiques affectives et cognitives en jeu.*

**Mots-Clés –** *Affect numérique, Biais cognitifs, Communauté #BookTok, Prescription littéraire.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *71è section, 9è section*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** ~~*OUI*~~ */ NON*

L'émergence de TikTok comme plateforme de partage de contenus culturels transforme profondément les dynamiques de réception et de prescription littéraires autant que le panorama et son économie en France. Sous le hashtag #BookTok, des millions de recommandations se font en dehors des circuits habituels, par le lectorat lui-même, qui s'empare de cet espace pour s'exprimer. Parmi les communautés, #BookTok se distingue en rassemblant des millions de lecteurs et de lectrices autour d'œuvres littéraires, dépassant depuis peu le hashtag #Beauty pendant longtemps indétrônable. La communauté #BookTok se base non seulement sur l'échange d'opinions et de recommandations [1], mais aussi sur un partage d'émotions intenses qui structurent les interactions, l'affect et les biais cognitifs étant des moteurs essentiels du succès de cette sous-communauté, influençant non seulement le type de contenus partagés mais également la manière dont ils sont reçus. Cet article se propose d'explorer comment les émotions et les biais cognitifs entrent en jeu dans la réception littéraire sur TikTok, en mettant en lumière les dynamiques algorithmiques qui amplifient le phénomène. L'enquête repose sur une analyse sémiolinguistique de contenus diffusés sur TikTok incluant les vidéos et commentaires de sept comptes #BookTok sélectionnés pour leur représentativité ; cette démarche méthodologique permet de saisir les impacts relatifs aux interactions, les influences et les formes de réception des publics.

## 1 Le rôle de l'affect dans l'engagement des utilisateurs du hashtag #BookTok

Sur TikTok, chaque contenu est conçu pour susciter une réaction émotionnelle immédiate, les vidéos sont courtes, animées, sur fond musical la plupart du temps rythmé et principalement ludiques, avec des présentations attractives. Ces particularités deviennent essentielles dans le cadre de #BookTok où les utilisateurs partagent leurs expériences de lecture en exposant de façon spontanée et brute leurs émotions. On se retrouve face à un phénomène circulaire qui allie réception et prescription de la lecture, les TikTokeurs et TikTokeuses donnant leur avis sur les livres qui viennent d'être lus. Ce phénomène de mise en scène de soi et mise en scène affective repose sur l'idée d'un espace cathartique [2] où les utilisateurs peuvent externaliser les émotions que les lectures ont suscitées. Dans ce contexte, le réseau socionumérique TikTok et ici #BookTok permettent comme un lieu de libération émotionnelle, où le simple acte de lire se transforme en une expérience collective. Les effets de #BookTok semblent lever la réticence des jeunes à la lecture dans cet esprit communautaire où les partages et les prescriptions vont de pair. Rosaki a d'ailleurs montré ces mécanismes dans une étude récente, en étudiant les vidéos #BookTok sur le roman *It Ends With Us* de Colleen Hoover :

"BookTok crée un espace numérique où des lecteurs partageant les mêmes idées peuvent interagir et réagir aux livres. La communauté BookTok s'engage avec les livres [...] soutient que BookTok a contribué à rendre la lecture socialement acceptable à nouveau, le mot "nerd" perdant sa connotation péjorative." [3]. L'émotionnel et l'expression de soi sont de manière très nette les éléments qui engendrent ces partages viraux. On sait que les vidéos #BookTok les plus populaires sont souvent celles qui suscitent des réactions émotionnelles marquées, comme les vidéos de jeunes lectrices en pleurs ou exaltées face à des romans à succès tels que *It Ends With Us* ou *Captive*. Ce phénomène d'amplification de l'affect permet la création d'une sorte de cercle d'affect, où les émotions des uns résonnent avec celles des autres, renforçant l'engagement et par-là même la viralité des contenus. En partageant ces émotions, les utilisateurs renforcent le sentiment d'appartenance à une communauté qui partage les mêmes goûts, les mêmes valeurs, et cette expression d'affect répétée et augmentée par l'algorithme donne aux Booktokeurs une place dans la dynamique communautaire ; leurs réactions sont validées et intégrées dans un ensemble collectif qui les transcende. Ces phénomènes viraux et émotionnels sont également intensifiés par les recommandations des algorithmes, et par les biais cognitifs qu'ils engendrent.

## 2 Biais cognitifs et recommandations algorithmiques : une boucle de rétroaction

Les biais cognitifs et leur analyse sont importants pour comprendre la manière dont les utilisateurs interagissent entre eux et avec les contenus #BookTok. Il existe plusieurs biais identifiables dans l'usage de TikTok par les jeunes, qui expliquent pour partie les comportements conformistes et les partages viraux de contenus, tout ceci couplé à un algorithme d'une redoutable efficacité, cela donne un réseau social qui a des implications concrètes dans le réel, comme par exemple la réouverture de librairies à l'endroit même où elles avaient fermé il y a quelques années. L'appétence pour la lecture populaire (la Romance et la Fantasy en tête) est façonnée par le réseau. Les biais cognitifs sont nombreux, ici sont détaillés les principaux entrant dans cet acte de réception.

### 3.1 Le biais de confirmation

Les préférences des utilisateurs sont continuellement validées par un algorithme qui met en avant des contenus similaires à ceux déjà appréciés. Sur TikTok et particulièrement #BookTok, cela se traduit par une exposition constante aux mêmes types de récits, comme ceux de la romance, ce qui corrobore les goûts existants et réduit leur ouverture à d'autres genres littéraires. On entre dans la logique de l'entre-soi, qui favorise ce processus de confirmation et crée une bulle algorithmique où chaque utilisateur est enfermé dans une réception homogène autant que limitée, reproduisant les mêmes préférences et

renforçant l'idée d'une "normalité" du goût au sein de la communauté #BookTok.

### 3.2 Le biais de popularité (ou de conformité)

Il étend l'effet de masse. Les livres les plus recommandés, souvent les plus populaires, sont perçus comme des incontournables créant une perception de légitimité et influençant de nouveaux internautes. Ce biais pousse le lectorat à s'intéresser aux œuvres plébiscitées par le plus grand nombre, accentuant ainsi un phénomène de prescription circulaire où la communauté valide, renforce, et diffuse des choix déjà établis par l'algorithme.

### 3.3 L'effet de récence

Il joue également un rôle important. Les utilisateurs sont incités à lire les livres récemment mis en avant, créant un flux constant de nouveautés perçues comme essentielles, mais qui demeurent finalement limitées aux titres les plus promus. Ce mécanisme influence la réception immédiate des publics, où les recommandations récentes prennent le pas sur des réflexions plus profondes ou des critiques passées, et du fait des flux rapides de contenus, l'effet de récence est encore accentué. Les dernières vidéos vues avant de quitter l'application ont un impact disproportionné sur les décisions du lectorat, et la découverte de nouveaux livres repose souvent sur les dernières recommandations affichées, donnant l'impression d'un marché littéraire hyper-dynamique mais souvent limité à quelques titres en vogue.

### 3.4 L'effet de halo

C'est un autre biais où une impression positive ou négative initiale sur un aspect d'une personne ou d'un contenu influence la perception d'autres aspects de ce même contenu. Sur TikTok, un créateur de contenu perçu comme crédible ou sympathique peut influencer la manière dont ses recommandations sont reçues, même si son expertise dans le domaine littéraire est très limitée.

### 3.5 Le biais de disponibilité

Ce biais entre en jeu lorsque les utilisateurs évaluent la probabilité d'un événement ou la pertinence d'un contenu en fonction de la facilité avec laquelle ils peuvent en rappeler des exemples ; la fréquence à laquelle certaines œuvres apparaissent dans le flux confirme donc l'idée que ces livres sont incontournables, même si cette perception est façonnée par l'algorithme plutôt que par une évaluation critique de qualité littéraire. Les TikTokeurs et TikTokeuses sont enclins à privilégier, souvent inconsciemment, ce qu'ils voient le plus souvent.

Il existe d'autres biais qui entrent dans la réception de la lecture via #BookTok, mais ceux-ci sont les principaux, ils permettent de comprendre l'impact sur la viralité des contenus.

## 3 BookTok comme lieu de transformation de la réception littéraire chez les jeunes publics

Sur TikTok via #BookTok la lecture devient une activité frénétique marquée par une consommation rapide et intense de contenus littéraires, comme peut l'être la consommation des contenus réseaux [4]. Ce phénomène s'accompagne d'une tendance notable chez les jeunes publics : une sorte de « boulimie de lecture » où la recherche constante de nouvelles histoires rappelle leur comportement sur les réseaux sociaux, caractérisé par le défilement infini et la consommation effrénée de contenus. À mesure qu'ils découvrent les recommandations populaires sur #BookTok, les bibliothèques colorées et immenses de romans côtes à côtes dans des chambres adolescentes et les #PAL (Piles à Lire) de plus en plus hautes, les jeunes sont poussés à lire les romans des tendances, souvent de grands formats, avec des récits intenses et émotionnellement captivants ; la New Romance et la Dark Romance sont les grandes gagnantes de ces courses à la popularité et à la collection, et par rebond leurs maisons d'édition.

Dans ce cadre, #BookTok ne se contente pas de recommander des livres : il façonne une nouvelle manière de lire où l'expérience littéraire est indissociable de l'immédiateté et de la satisfaction rapide, typiques des réseaux sociaux. Le jeune lectorat, principalement de jeunes lectrices, y trouvent un espace où leur soif de contenu est constamment alimentée, transformant leur approche personnelle de la lecture en une expérience collective, rapide et répétitive, semblable à celle d'autres pratiques numériques.

## 4 Conclusions

Affect et biais cognitifs sont donc les moteurs au centre de la dynamique de #BookTok, qui illustre comment l'algorithme et la communauté participent conjointement à la formation des goûts et des perceptions littéraires des jeunes publics. TikTok crée un espace de réception homogène en favorisant des contenus émotionnellement engageants et en validant les préférences existantes ; alors la diversité des choix littéraires tend à se réduire au profit des œuvres les plus populaires. Ce modèle de réception, fondé sur une dynamique de boucle de rétroaction émotionnelle et cognitive, invite à une réflexion plus large sur l'impact à long terme de ces mécanismes sur la culture de la lecture, en particulier chez les jeunes publics.

## Références


[1] Bigey Magali, *Entre réception et prescription : la romance contemporaine via #BookTok*, Assises de la Recherche en Cultures Populaires et Médiatiques, 2023

[2] Pauline Hachette, *Des espaces émotionnels cathartiques pour nos vies affectives,* Socio-anthropologie 44, 2021

[3] Rozaki Elisavet, *The Influence of BookTok on Reading Culture*, Master's Thesis, Utrecht University, 2023

[4] Jiang Qian & Ma Liangying, *Swiping more, thinking less: Using TikTok hinders analytic thinking*. Cyberpsychology, 2024

[5] Amossy Ruth et Orkibi Eithan (dirs), *Ethos collectif et identités sociales,* Paris: Classiques Garnier, 2021

# Les fibres de lin : une solution alternative pour la réduction de la fissuration des mortiers de revêtement ?

Pouani Constant[1*] constant.pouani@iut-tarbes.fr
Sabathier Vincent[1] vincent.sabathier@iut-tarbes.fr
Magniont Camille[1] camille.magniont@insa-toulouse.fr

[1] IUT de Tarbes, Université de Toulouse
Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions

**Thèmes –** *Matériaux - Génie Civil*

**Résumé –** *Ce travail s'inscrit dans le contexte du recours aux fibres végétales en tant que biomatériaux de construction, en vue du remplacement des fibres synthétiques de polypropylène dans les mortiers de revêtement. Nous nous intéressons aux bénéfices que l'on peut obtenir, en introduisant des fibres végétales de lin dans du mortier. Le matériau fibré est étudié à l'état frais à travers l'essai d'étalement, ainsi qu'au moment du séchage pour évaluer sa tendance à se fissurer sous conditions sévères. Les résultats obtenus montrent que les fibres polypropylène et lin impactent sur la capacité du mortier à être mis en œuvre, on constate également qu'elles contribuent à réduire la fissuration de retrait, comparativement aux échantillons dépourvus de fibres.*

**Mots-Clés –** *Matériaux biosourcés, Fibres végétales, Mortiers, Fissuration*

**Section(s) CNU pour cet article –** *60*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *OUI*

# 1 Introduction

Le secteur de la construction à travers ses activités, représente une part importante autant dans la consommation énergétique que dans la libération des gaz à effet de serre. La nécessité de réduire cette empreinte écologique passe par le recours aux matériaux biosourcés de construction tels que les fibres végétales. Celles-ci constituent une alternative avantageuse face aux solutions conventionnelles, dont les impacts environnementaux sont grandissants. Contrairement aux fibres synthétiques actuellement utilisées (polypropylène), les fibres végétales sont largement disponibles, renouvelables et biodégradables en fin de vie. De plus, elles participent comme l'ensemble des produits biosourcés au stockage temporaire de carbone [1]. A la suite des nombreux travaux consacrés à la valorisation des fibres végétales dans les matériaux de construction, cette étude a pour objectif d'évaluer le potentiel de l'utilisation des fibres de lin en remplacement des fibres polypropylène, afin de réduire la fissuration des mortiers due au retrait plastique. L'étude des propriétés des échantillons fibrés à l'état frais et à l'état durci permettra de préciser les conditions optimales d'utilisation et d'identifier les verrous scientifiques à lever.

# 2 Les matériaux

## 2.1 Le mortier de revêtement

Le mortier est un matériau composite, mélange proportionné d'eau, de liant et de sable, que l'on utilise pour les travaux de construction. Le liant peut être du ciment, de la chaux, des pouzzolanes (additions minérales capables de réagir en présence d'eau avec la chaux pour former des composés résistants) ou une combinaison de plusieurs produits. On va distinguer différentes formulations adaptées selon l'utilisation finale : montage des blocs de maçonnerie, revêtement des surfaces horizontales et verticales (les sols et les murs de bâtiments).

Figure 1 - Mortier cimentaire (a), pouzzolanique (b) et chaux formulée (c)

## 2.2 La problématique de la fissuration des mortiers

Le mortier nouvellement fabriqué perd de l'eau en durcissant, créant ainsi des tensions internes qui peuvent aboutir à l'apparition de fissures à la surface du matériau [2]. Ces fissures affectent l'esthétique de l'ouvrage et facilitent des infiltrations d'eau, qui à leur tour affectent le support et plus tard l'intégrité de la construction (moisissure, gonflement et décollement du revêtement).

L'introduction des fibres polypropylène (PP) au sein du mortier lors de sa fabrication permet d'éviter ces défauts. En effet, cette fibre synthétique dérivée du pétrole est aujourd'hui très utilisée dans la fabrication des bétons et mortiers, à qui elle confère une meilleure résistance à la fissuration de retrait ainsi que de meilleures performances mécaniques au choc et à la flexion [3, 4].

Dans le contexte environnemental actuel et dans la continuité des travaux antérieurs, cette étude compare les performances des fibres de lin à celles du PP [5]. La plante de lin étant largement cultivée en France, ses applications dans l'agroalimentaire et le textile ne sont plus à démontrer. Pour une valorisation en bâtiment, la problématique principale consiste à trouver le bon équilibre dans l'utilisation de co-produits de cette culture afin de réduire la fissuration sous conditions sévères (soleil, vent) sans pénaliser les propriétés à l'état frais des mortiers (étalement).

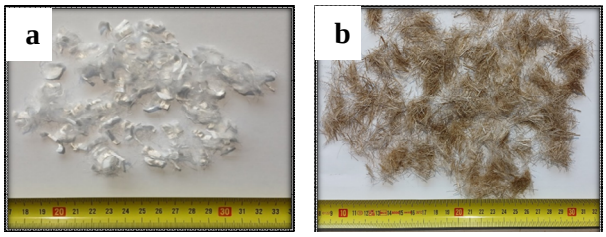



Figure 2 - Fibres de polypropylène (a) et de lin (b)

# 3 Méthodologie et résultats

## 3.1 Etude de la maniabilité à l'état frais

La maniabilité est la capacité d'un mortier à s'étaler tout en restant homogène. Le matériau de référence est un mortier pouzzolanique auquel on a ajouté 0,3 à 0,5 % de fibres par rapport à la masse de liant. L'essai d'étalement permet de vérifier que les fibres introduites dans le mortier ne vont pas affecter sa bonne mise en œuvre. On se sert pour cela d'une table à secousses pour appliquer 15 chocs à un échantillon de mortier frais posé sur la plaque. On détermine ensuite la moyenne des étalements mesurés dans deux directions orthogonales. L'essai est répété 4 fois.

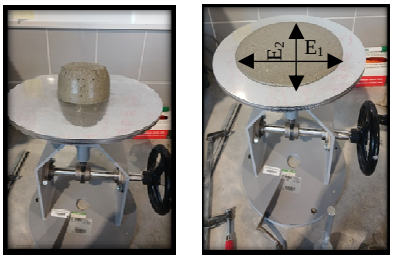



Figure 3 – Mesure de l'étalement sur table à secousses

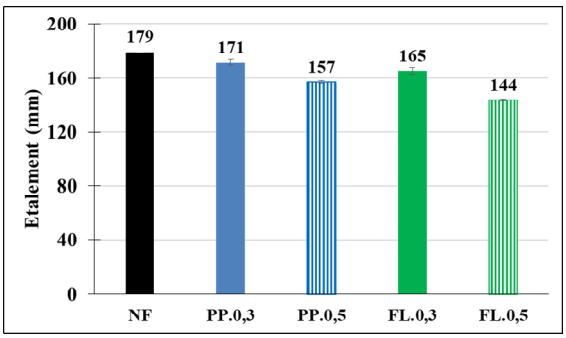



Figure 4 – Etalements du mortier pouzzolanique

La figure 4 montre qu'en comparaison du mortier de référence non fibré (NF), l'ajout des fibres affecte la capacité du mortier à s'étaler, d'autant plus que le dosage est important. On retrouve des résultats similaires dans la littérature [6]. A dosage identique, la fibre de lin réduit l'étalement de 4 et 8 % par rapport au polypropylène.

### 3.2 Etude de la fissuration au jeune âge

Le retrait plastique se produit au jeune âge (dès la mise en œuvre de l'ouvrage). L'essai de retrait empêché, réalisé en coulant du mortier sur un support adhérent, permet d'étudier la capacité des fibres à limiter l'ouverture et la propagation des fissures liées au retrait plastique du mortier. Pour cela, un banc d'essai appelé tunnel ventilé est mis au point par Saad en 2022 afin d'expérimenter les conditions sévères de l'environnement (35 °C de température et 30 % d'humidité relative) [5]. Les échantillons sont constitués d'un support en béton de chanvre présentant une surface d'accroche de 60 x 30 cm², et d'une couche de mortier de 2 cm d'épaisseur. Tous sont fabriqués dans les mêmes conditions, lissés et placés dans le tunnel ventilé pendant 5 heures, puis conservés pour une analyse des fissures produites.

Figure 5 – Banc d'essai expérimental (tunnel ventilé)

La figure 6 montre la réduction de la fissuration sur les échantillons fibrés au PP (b) et au lin (c) comparativement à un échantillon non fibré servant de référence (a). Une évaluation quantitative de ces résultats sera faite en déterminant le taux de réduction de la fissuration, par mesure directe sur les échantillons de taille réduite, ou par analyse numérique des photographies d'échantillons de grande taille.

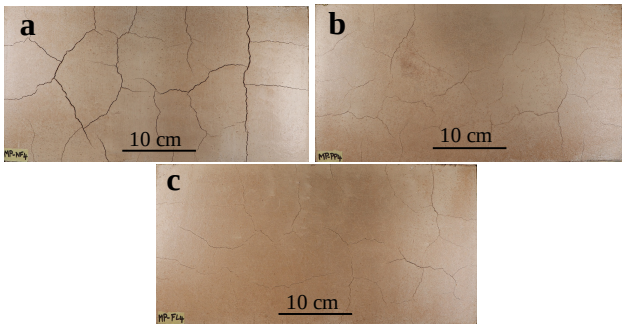



Figure 6 – Faciès de fissuration des échantillons, sans fibre (a), avec PP (b) et avec FL (c) après passage au tunnel ventilé

## 4 Conclusions et perspectives

D'après les résultats présentés ici, les fibres végétales de lin représentent une alternative crédible au polypropylène. Leur capacité à limiter de manière significative la fissuration au jeune âge sans pénaliser la maniabilité témoigne de leur potentiel à se substituer aux fibres PP. Les objectifs de la thèse liée à cette étude sont d'identifier les mécanismes physico-chimiques à l'origine de la fissuration de retrait plastique, de comprendre les phénomènes responsables de la réduction de la fissuration, afin d'optimiser les propriétés des fibres végétales (dimensions, traitements etc.) pour une incorporation efficace dans de multiples formulations, sans impacter les états frais et durcis. Une analyse de cycle de vie comparant ces deux types de fibres est envisagée afin de quantifier l'apport environnemental du lin.

## 5 Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude aux partenaires et financeurs de la thèse REFI²Végé : La Région Occitanie, l'Université de Technologie de Tarbes, MAPEI, ainsi que l'agglomération Tarbes Lourdes Pyrénées.

## Références

[1] Lecompte, T. (2024). Matériaux bio-sourcés pour le bâtiment et stockage temporaire de carbone.

[2] Aïtcin, P.-C., et al. (1998). Les différents types de retrait du béton.

[3] Bertelsen, I. M. G., et al. (2019). Quantitative analysis of the influence of synthetic fibres on plastic shrinkage cracking using digital image correlation. *CBM, 199*.

[4] Shen, D., et al. (2020). Effect of polypropylene plastic fibers length on cracking resistance of high performance concrete at early age. *CBM, 244*.

[5] Saad, M. (2022, June 1). Potentiel des fibres végétales courtes dans l'amélioration du comportement mécanique des mortiers (phdthesis). INSA de Toulouse.

[6] Sawsen, C., et al. (2015). Effect of flax fibers treatments on the rheological and the mechanical behavior of a cement composite. *CBM, 79*.

# Une approche pour évaluer l'alignement opérationnel entre les processus métier et leurs applicatifs logiciels

Ali Benjilany[1] Hugo Bruneliere[2] Pascal André [3] Dalila Tamzalit [1,*]
Ali.Benjilany@univ-nantes.fr hugo.bruneliere@ls2n.fr pascal.andre@ls2n.fr dalila.tamzalit@univ-nantes.fr

[1] IUT de Nantes – Nantes Université [2] IMT Atlantique [3] Nantes Université
LS2N - Laboratoire des Sciences du Numérique de Nantes - CNRS UMR 6004

**Thèmes –** *Informatique.*

**Résumé –** *L'alignement entre le métier et les technologies de l'information (IT en anglais pour « Information Technology »), connu sous l'acronyme* BITA (Business-IT Alignment), *reste un défi majeur dans le contexte des systèmes d'information. L'une des principales difficultés consiste à déterminer le niveau d'alignement et de cohérence entre les processus métier automatisés et leurs applicatifs logiciels. Certaines approches proposent d'évaluer cet alignement mais elles restent spécifiques au contexte. Par ailleurs, aucune approche ne combine différents moyens d'évaluation pour une évaluation plus approfondie. Nous proposons en premier une approche pour établir la cartographie d'alignement entre les modèles métier et logiciels et des liens entre eux. En second, nous proposons une évaluation de l'état d'alignement de cette cartographie en combinant différents moyens (métriques, règles de cohérence, anti-patrons). La méthodologie proposée et l'approche d'évaluation sont illustrées sur l'étude de cas SoftSlate, une solution de e-commerce open source.*

**Mots-Clés –** *Alignement opérationnel entre métier et IT, évaluation de l'alignement, systèmes d'information, architecture d'entreprise.*

Cet article résume la publication "*An Approach to Assess Operational Business-IT Alignment*", A. Benjilany, H. Bruneliere, P. André and D. Tamzalit, 32nd International Conference on Information Systems Development (ISD 2024). Référence HAL : https://hal.science/hal-04626942

**Section(s) CNU pour cet article –** *27.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** ~~*OUI*~~ */ NON*

## 1 Introduction

L'alignement Métier-IT, plus connu sous l'acronyme *BITA* (Business-IT Alignment) vise à intégrer efficacement les objectifs de l'entreprise et les applicatifs logiciels sous-jacents au sein du système d'information d'une organisation. L'objectif stratégique est de réduire la dette technique, de limiter les coûts associés et d'améliorer l'agilité afin de pouvoir répondre à l'évolution des attentes des clients et partenaires. L'alignement Business-IT (BITA) reste ainsi un défi crucial dans le domaine des systèmes d'information (SI) [1]. L'un des aspects clés est la nécessité d'un bon alignement opérationnel entre les processus métier et l'IT (technologies de l'information), contexte de notre travail [2]. L'alignement opérationnel vise à *aligner* entre elles ces couches métier et applicatifs logiciels afin qu'elles soient cohérentes entre elles [3]. La Figure 1.a) montre un mauvais alignement car le processus métier est encodé en dur dans la couche logicielle (strate 3) alors qu'il doit être spécifié dans la couche métier (strate 2 en Figure 1.b)

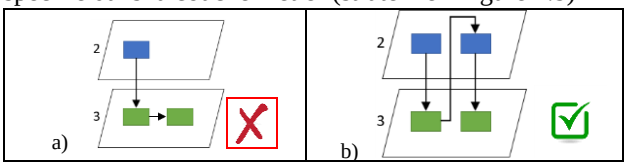



Figure 1 : Processus métier codé en dur dans le logiciel.

L'état de l'art met en évidence le manque de méthodologies et d'outils pour évaluer l'état de l'alignement opérationnel [2,4,5] avant de chercher à les aligner. Le peu de moyens d'évaluation proposés restent contextuels et peu généralisables [5,6]. De plus, aucune approche ne combine différents moyens d'évaluation pour cibler une meilleure appréciation du niveau d'alignement.

Notre travail se positionne en amont de l'activité d'alignement en proposant de démarrer par une phase d'établissement de la cartographie d'alignement puis une phase d'évaluation de l'état d'alignement. Notre approche est évaluée sur SoftSlate, une solution de commerce électronique dont le code est en open-source.

## 2 Etablissement de la cartographie d'alignement

Afin de pouvoir analyser l'état d'alignement, il faut avant tout avoir, sinon établir, la cartographie d'alignement. Elle est constituée des modèles des processus métier, des modèles des applicatifs logiciels et des liens entre les concepts de ces deux types de modèles. Pour cela, il faut avant tout vérifier si les modèles des processus métier et ceux des applicatifs logiciels sont disponibles. (i) S'ils existent, l'architecte logiciel doit vérifier si les modèles fournissent les informations nécessaires pour évaluer l'alignement. Si ce n'est pas le cas, il peut effectuer les transformations nécessaires. (ii) S'ils ne sont pas disponibles, les modèles doivent être construits en utilisant des langages de modélisation appropriés. Pour effectuer les changements en étape (i) ou construire des modèles en étape (ii), l'architecte d'entreprise sollicite à la fois les experts métier pour recueillir les exigences métier et les architectes logiciels pour obtenir les spécifications logicielles et établir la cartographie. Notre approche se focalise sur l'exploitation des liens entre les modèles des deux couches métier et applicative, les *liens inter-couches*. Ils sont l'élément central pour établir la cartographie d'alignement, pour évaluer l'alignement et permettre, par la suite, la conduite d'un processus d'alignement. Nous proposons deux types de *liens inter-couches* :

- *Liens d'implémentation :* un concept métier (processus, fonction, interaction) est implémenté (ou non) par un concept applicatif (fonction, service, interaction).
- *Liens de représentation* : un objet métier est représenté (ou non) par un objet représentant une donnée dans une base de données.

## 3 Évaluation de l'alignement

L'objectif est de fournir une assistance aux architectes d'entreprise en proposant différents moyens d'évaluer l'alignement et de pouvoir les combiner, sous forme d'un tableau de bord. L'architecte d'entreprise peut ainsi sélectionner et combiner des moyens d'évaluation en fonction des objectifs du SI et des priorités de l'entreprise.

### 3.1 Moyens d'évaluation de l'alignement

Ces moyens sont basés sur les liens inter-couches. Nous définissons trois catégories de moyens d'évaluation de l'alignement : des *métriques* que nous avons introduits dans [7], des *règles de cohérence*, et des *anti-patrons* introduits par un des auteurs dans [8]. Les métriques permettent de donner des valeurs (par exemple, nombre de liens de mise en œuvre d'un concept fonctionnel d'entreprise, taux de concepts fonctionnels d'entreprise non mis en œuvre, concepts fonctionnels d'entreprise les plus mis en œuvre…). Les règles de cohérence donnent une évaluation qualitative de l'alignement pour identifier la cohérence des liens entre les couches et au sein de celles-ci. Quant aux anti-patrons, ils représentent de mauvaises situations récurrentes d'alignement entre les deux couches.

### 3.2 Structuration des moyens d'évaluation de l'alignement

Afin de faciliter le choix des moyens d'évaluation par l'architecte, nous proposons de les organiser dans une structure hiérarchique proposant des *facteurs*, des *critères* et des *moyens d'alignement*. L'architecte choisit les

*facteurs d'alignement* qui l'intéressent (par exemple point de vue "fonctionnel" ou point de vue "données"), ensuite, les *critères d'alignement* (par exemple la couverture technologique) et enfin les *moyens d'évaluation de l'alignement* (métriques, règles de cohérence, anti-patrons). Ces différents moyens forment un catalogue de moyens, qui peut être enrichi par l'architecte.

### 3.3 Évaluation de l'alignement

L'architecte choisi les pondérations pour chaque moyen sélectionné pour refléter son importance individuelle et en le pondérant par rapport à l'évaluation globale. Ces types de moyens peuvent avoir des valeurs hétérogènes (valeurs numériques, taux, etc.) et nécessitent donc une étape d'harmonisation avant de les combiner. Chaque moyen est d'abord évalué de manière individuelle et ensuite il y a une harmonisation de ces évaluations (nombres, pourcentages) de manière unifiée. Par exemple, si une moyenne donne un résultat sur une échelle de 0 à 10 et qu'une autre moyenne donne un pourcentage ou un taux, ce dernier peut être transformé en un nombre sur la même échelle prédéfinie.

## 4 Cas d'étude : SoftSlate

Pour notre cas d'étude est SoftSlate[1], nous avons :

- **Défini sa cartographie** en exploitant le guide de l'utilisateur pour concevoir le modèle du processus métier et le code source ainsi que la description Modèle-Vue-Controleur (MVC), l'architecture logicielle utilisée pour les applications web, pour concevoir le modèle de l'application et formalisé les liens inter-couches.
- **Structuré l'évaluation de l'alignement** pour SoftSlate selon le facteur fonctionnel, les critères d'alignement de couverture et surcharge. Les moyens d'évaluation sont résumés en Table 1.

**Table 1.** Calcul du score de Softslate

| Moyens d'évaluation | Calculs & Résultats | | Poids | Harmonisation | Score | Poids agrégé | Score final |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Métriques | M2 | 41,6% | 0,25 | 58,40% | 73,65 % | 0,2 | 93,73% |
| | M3 | 0 | 0,25 | 100% | | | |
| | M5 | 53,8% | 0,25 | 46,20% | | | |
| | M6 | 1 | 0,25 | 90% | | | |
| Règles de cohérence | RC1 | 0 | 0,5 | 100% | 100% | 0,4 | |
| | RC2 | 0 | 0,5 | 100% | | | |
| Anti-patrons | AP1 | 0 | 0,25 | 100% | 97,5% | 0,4 | |
| | AP2 | 0 | 0,25 | 100% | | | |
| | AP3 | 1 | 0,25 | 90% | | | |
| | AP4 | 0 | 0,25 | 100% | | | |

Les métriques M2 et M3 donnent un aperçu respectivement de taux d'utilisation de concepts applicatifs/aux concepts métier et le taux de concepts applicatifs surutilisés. Les métriques M5 et M6 donnent les nombres de liens émanant respectivement d'un concept métier et d'un concept logiciel. Les règles de cohérence montrent l'existence ou non de liens respectivement fonctionnels (RC1) et de données (RC2) entre les processus métier et leurs applicatifs logiciels. Les anti-patrons montrent de mauvais alignements.

- **Procédé** à l'évaluation (confère Table 1). Le score final d'alignement montre que les processus métier considérés sont bien alignés avec leurs applicatifs logiciels avec un taux de 93,73%.

## 5 Conclusion

Nos travaux représentent les premiers pas du processus global d'alignement. Nous avons proposé l'établissement d'une cartographie d'alignement entre des modèles des couches de processus métier et de leur applicatif logiciels et en explicitant liens inter-couches. A notre connaissance, nous sommes les seuls à proposer une évaluation de l'alignement combinant différents moyens (métriques, règles de cohérence, anti-modèles). Il reste cependant différentes pistes d'amélioration. La première serait d'automatiser la constructions des liens et d'identifier davantage de facteurs d'évaluation de l'alignement et de les enrichir avec plus de critères et mesures. De plus, nous aurons besoin d'expérimenter sur des processus métier issus du monde de l'entreprise. Cet aspect est le plus bloquant car les entreprises sont réfractaires à partager leurs systèmes d'information (SI). Notre travail pourrait être renforcé par l'utilisation de l'Intelligence Artificielle et LLM (*Large Languages Models*) qui sont des modèles d'apprentissage automatique à partir d'informations contenues dans les SI.

[1] https://www.softslate.com/

## Références


[1] Aversano, L., Bodhuin, T., Tortorella, M.: *Assessment and impact analysis for aligning business processes and software systems.* ACM symposium on Applied computing. (2005)

[2] André, P., Tamzalit, D., Benjilany, A., Bruneliere, H.: *A review of core operational business-it alignment.* ISD 2023, AIS, Portugal (2023).

[3] Pepin, J., André, P., Attiogbé, J.C., Breton, E.: *An improved model facet method to support EA alignment*. Complex Syst. Informatics Model. Q. 9, 1–27 (2016).

[4] Goepp, V., Avila, O.: *An extended-strategic alignment model for technical information system alignment*. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, (2015)

[5] Imgharene, K., Doumi, K., Baina, S.: *Agility metrics model for business it alignment*. 7th Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT). (2020)

[6] Darii, H., Laval, J., Botta-Genoulaz, V., Goepp, V.: *Measurement of the business/it alignment of information systems.* 8th International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain. (2020)

[7] Benjilany, A., André, P., Tamzalit, D., Bruneliere, H.: *Towards a link mapping and evaluation approach for Core Operational Business-IT Alignment.* 26th International Conf. on Enterprise Information Systems (ICEIS 2024).

[8] Gouigoux, J.P., Tamzalit, D.: *Business-it alignment anti-patterns: a thought from an empirical point of view*. ISD 2021, Valencia, Spain (2021)

# Simulation d'un réseau de neurones artificiels pour la détection de motifs biologiques en temps réel

Landry Bailly[1,2,*] Agnès Tixier-Méta[2] Timothée Lévi[1]

landry.bailly@hotmail.fr agnes@iis.u-tokyo.ac.jp timothee.levi@u-bordeaux.fr

[1] IUT de Bordeaux, Université de Bordeaux
Laboratoire IMS, UMR 5218

[2] IIS, Université de Tokyo

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Biologie - Santé - Informatique - Robotique - Électronique*

**Résumé –** *Les neurosciences ne cessent de faire des progrès grâce au développement de capteurs toujours plus performants et à l'avènement de l'intelligence artificielle. De plus en plus de chercheurs se tournent vers la conception d'un système bio-hybride en boucle fermée pour un apprentissage en temps réel entre des neurones biologiques et des neurones artificiels. Les intérêts d'un tel système sont multiples : en médecine pour la création de neuroprothèses, ou encore en intelligence artificielle pour réduire la consommation énergétique des apprentissages par l'utilisation directe de neurones biologiques. Une étape importante vers la conception d'un système bio-hybride est l'interprétation des signaux biologiques. L'étude se concentre sur un algorithme non supervisé de détection de motifs à partir des événements des neurones biologiques détectés à l'aide d'une matrice d'électrodes. Ce réseau peut détecter les motifs cachés dans les événements grâce à la propriété de plasticité des synapses biomimétiques.*

**Mots-clés –** *Réseaux de neurones biomimétiques, intelligence artificielle, systèmes bio-hybrides, interfaces cerveau-machine*

**Section(s) CNU pour cet article –** *Génie électrique, électronique, photonique et systèmes (63)*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *OUI*

# 1 Introduction

Depuis quelques décennies, de nombreux chercheurs travaillent dans le domaine de l'ingénierie neuromorphique afin de developper des technologies innovantes pour les neurosciences et l'intelligence artificielle. Ceci est l'axe principale de recherche de l'équipe bioélectronique du Laboratoire d'intégration du matériau au système (IMS) de Bordeaux et de l'Institut des sciences industrielles (IIS) de l'Université de Tokyo (UTokyo). L'IMS à Bordeaux a établi un partenariat solide avec l'IIS, Tokyo et le Laboratoire IRL CNRS pour l'intégration des systèmes Micro-Mécatroniques (LIMMS). Plus précisément, une équipe projet internationale nommé BIoMEG (Bordeaux IIS bio-Morphic Engineering Group) entre l'Université de Bordeaux, le LIMMS et l'IIS a été créée. Dans le cadre de ce partenariat, nous travaillons ainsi sur le développement d'un système de boucle fermée entre la biologie et l'électronique. Cela pourrait être utile dans deux domaines principaux : la médecine notamment avec l'électroceutique (équivalent de la pharmaceutique mais qui délivre des microstimulations électriques plutôt que des composants chimiques) et l'intelligence artificielle. En effet, des approches bioélectroniques sont souvent utilisées pour la conception de stimulateurs cardiaques ou d'implants neuronaux. L'objectif est de combler une déficience neuronale via un circuit électronique, puis de stimuler les muscles et neurones concernés [1]. Dans le cadre de l'intelligence artificielle, une approche neuromorphique aurait pour but de répondre au besoin croissant de puissance de calcul tout en réduisant le coût en énergie. En effet, nous pourrions tirer parti de l'intelligence biologique, de sa plasticité et de sa formidable efficacité énergétique (environ 20 W pour un cerveau comptant des milliards de neurones), en utilisant des neurones biologiques pour résoudre des problèmes de classification, de régression, etc. La boucle fermée permettrait alors d'avoir un retour pour l'apprentissage des neurones.

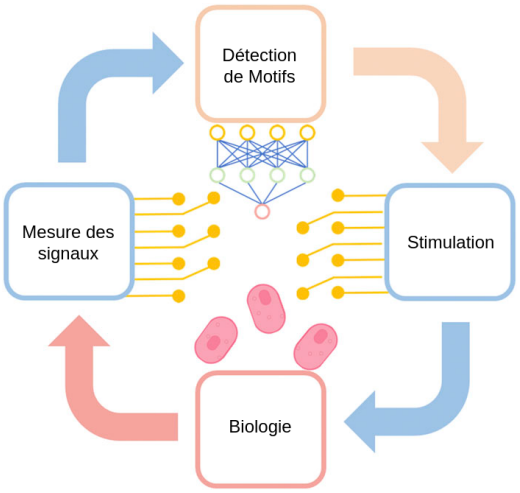



FIGURE 1 – Un système bio-hybrid en boucle fermée pour une application de soins de santé [1]

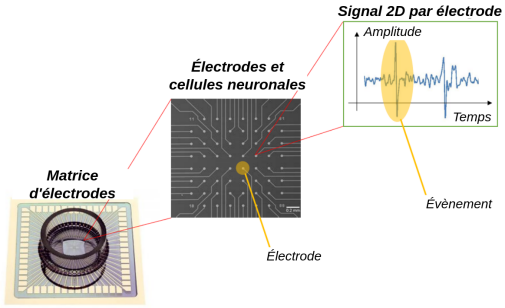



FIGURE 2 – Les matrices d'électrodes permettent l'observation du potentiel extracellulaire de populations de neurones, reflet de leur activité. Chaque électrode enregistre un signal sur lequel les événements d'un ou plusieurs neurones adjacents peuvent apparaître.

# 2 Interpréter des signaux biologiques

## 2.1 Présentation

Une boucle fermée (fig. 1) dans un système bio-hybride contient au minimum un algorithme de détection de motifs afin de pouvoir interpréter les signaux biologiques mesurés. La stimulation dépendra ensuite de nos besoins. La mesure des signaux biologiques se fait à l'aide de matrices d'électrodes. Celles-ci détectent l'activité des neurones en retournant un signal électronique. Les matrices d'électrodes que nous utilisons retournent 64 signaux en parallèle (il en existe avec 1024 électrodes). Afin de pouvoir utiliser des algorithmes de détection de motifs, nous devons conserver uniquement les événements, représentés par un changement de l'amplitude qui indique l'activité d'un neurone (fig. 2).

Les signaux sont d'abord amplifiés, filtrés et numérisés. Nous allons ensuite appliquer au minimum un algorithme de détection d'événements qui retourne des données binaires (1 = événement, 0 = rien). Cela permet d'enlever la majorité du bruit. Il est possible d'avoir en plus un algorithme de tri, car une électrode peut détecter plusieurs neurones positionnés à des endroits différents par rapport à l'électrode. Cet algorithme peut théoriquement différencier les neurones par la forme du signal sur l'électrode au moment de l'événement [2]. Nous aurions donc plus de signaux binaires en entrée de la détection de motifs (fig. 3).

## 2.2 Détection de Motif

Afin de détecter les motifs, nous avons utilisé le réseau de neurones développé par l'équipe de Timothée Masquelier [3]. Aussi appelé SNN pour "Spiking Neural Network",

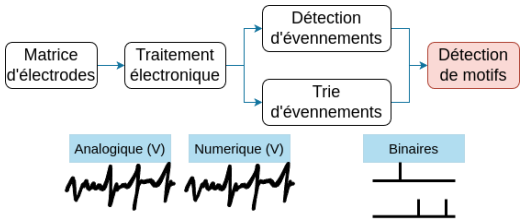



FIGURE 3 – Schéma bloc décrivant le système partant des signaux biologiques à la détection de motifs

ce réseau est composé d'une seule couche de neurones artificiels entièrement connectés aux signaux d'entrée (soit les 64 signaux numérisés puis binarisés). Nous utilisons le modèle mathématique Leak Integrate and Fire (LIF) pour le comportement de ces neurones artificiels. Ce modèle consiste à retourner un événement lorsque le potentiel du neurone dépasse un certain seuil. Ce potentiel évolue en fonction des différentes stimulations qu'il reçoit :

- Stimulation d'entrée : Tous les neurones artificiels sont connectés aux signaux biologiques binarisés (fig. 4) avec un modèle de synapse STDP [4].
- Stimulation latérale : ces stimulations réduisent le potentiel de tous les autres neurones lorsqu'un d'eux émet un événement afin d'éviter que deux neurones apprennent le même motif en même temps.
- Autostimulation : cette autostimulation a pour objectif de donner une forme biomimétique au potentiel du neurone lors d'un événement.

Les potentiels des neurones évoluent à chaque événement en entrée. Durant les premières secondes de simulation (environ 5 s), les neurones émettent des événements en sortie de manière aléatoire. Puis, la propriété de plasticité des synapses STDP [4] va permettre aux neurones d'apprendre les motifs qui se répètent en ajustant le poids des connexions.

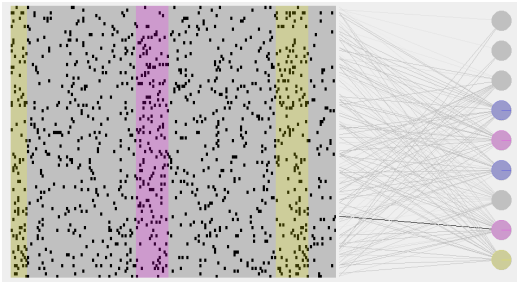


FIGURE 4 – Expérience avec 100 entrées, 3 motifs, 9 neurones artificiels. Les couleurs bleus roses et jaunes représentent l'apprentissage des motifs par les neurones.

## 3 Simulations

Afin de pouvoir réaliser des expériences, nous avons développé un générateur de signaux binaires biomimétiques en utilisant les formules de [3]. Ce dernier crée des motifs noyés dans du bruit. La méthode pour quantifier le succès d'une expérience est la suivante :

- Lancer des simulations sur 40 s avec un échantillonnage (dt) à la milliseconde et des motifs de 50 ms.
- Calculer la relation entre les événements des neurones et la table de vérité des motifs.
- Calculer les scores de précision par neurone LIF et les scores de rappel par motif (fig. 5).

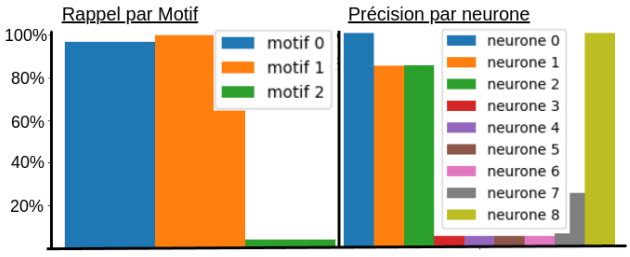



FIGURE 5 – Résultats avec 3 motifs, 9 neuronnes. 2 motifs sur 3 ont été appris par 4 neurones

## 4 Conclusions

L'algorithme neuromorphique offre de bons résultats pour détecter les motifs. Il est rapide, ne possède qu'une seule couche de neurones et apprend à chaque échantillonnage sans connaître la table de vérité, contrairement à un algorithme de classification classique d'apprentissage supervisé. Grâce à ces propriétés, nous pourrons l'implémenter sur un système hardware numérique et ainsi créer un circuit d'apprentissage en temps réel connecté aux électrodes.

## Références

[1] Selberg, J., Jafari, M., Bradley, C., Gomez, M., & Rolandi, M. (2020). *Expanding biological control to bioelectronics with machine learning*. APL Materials, 8(12).

[2] Cheslet, J., Bernert, M., Beaubois, R., Yvert, B., & Lévi, T. (2024, June). *Real-Time spike sorting using an optimized STDP Spiking Neural Network on FPGA*. In 2024 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN) (pp. 1-7). IEEE.

[3] Masquelier, T., Guyonneau, R., & Thorpe, S. J. (2009). *Competitive STDP-based spike pattern learning*. Neural computation, 21(5), 1259-1276.

[4] Sjöström, J., & Gerstner, W. (2010). *Spike-timing dependent plasticity*. Scholarpedia, 5(2), 1362.

# Le Festival de Cannes et le secteur cinématographique : étude des transformations du champ organisationnel et impact sur les professions

Grégoire Lacoste[1,*]

gregoire.lacoste@univ-tours.fr

[1] IUT de Tours

Doctorant, Laboratoire Cerege, IAE de Poitiers

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –-** *Économie - Gestion - SHS - Communication*

**Résumé –** *Le présent article propose d'expliquer comment un événement à résonnance mondiale, le festival de Cannes, influence un secteur en profonde transformation, le secteur cinématographique, jusque dans la prospective des métiers. Le secteur cinématographique a été profondément touché par la crise Covid en 2020. Cependant, d'autres crises, profondes, traversent l'industrie : bouleversement de la chronologie des médias et du modèle d'affaires, irruption de l'IA, scandales et lutte pour l'égalité des genres, impact climatique des productions… Les thématiques sont nombreuses et viennent profondément remettre en question les stratégies et les métiers. Quelle prospective des métiers dans un écosystème artistique en transformation ? Quel rôle peut jouer le plus grand événement mondial du secteur, le festival de Cannes, dans cette transformation ? En nous appuyant sur la théorie néo-institutionnelle, nous expliquons en quoi cet événement devient un élément configurateur du champ, et à quels paradoxes il tente de répondre pour orienter la prospective des métiers.*

**Mots-Clés –** *théorie néo-institutionnelle, prospective des métiers, cinéma, paradoxes.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *06, 71.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *OUI*

## 1. Introduction

L'industrie du cinéma, en perpétuelle évolution, connaît aujourd'hui des bouleversements sans précédent, exacerbés par la crise de la COVID-19 et l'essor des plateformes de streaming, transformant radicalement la création, la production et la distribution. Cette situation pose de nombreuses questions sur l'avenir du cinéma, entre ambitions artistiques et impératifs économiques. Dans ce contexte, le festival de Cannes est envisagé comme un acteur central, façonnant et influençant le champ cinématographique grâce à son rôle institutionnel.

Pour étudier ce champ organisationnel si particulier, nous proposons d'examiner le rôle du festival de Cannes, l'événement mondial de référence du secteur, au travers de la théorie néo-institutionnelle et de la sociologie des professions. Comment le festival de Cannes contribue-t-il à façonner les caractéristiques d'un secteur en transformation ? Le festival de Cannes peut-il être perçu comme un acteur institutionnel influençant la structuration du secteur et la prospective des métiers ?

A l'aune de ces deux champs théoriques, nous proposons d'approfondir l'études de la complexité des transformations organisationnelles du secteur cinématographique à l'aide d'une recherche en sciences de gestion.

## 2. Revue de Littérature

### 2.1 L'apport de la théorie néo-institutionnelle

La théorie néo-institutionnelle de Dimaggio et Powell [1] examine l'influence des institutions sur les organisations, en mettant en avant des pressions coercitives, mimétiques et normatives. Ces pressions poussent les organisations à adopter des pratiques socialement légitimes, souvent au détriment de l'efficacité. Le festival de Cannes peut être considéré comme un "mythe rationalisé", dictant les normes du secteur et servant de plateforme pour les "entrepreneurs institutionnels" qui réinventent ces normes. Ainsi, Cannes agit comme un moteur institutionnel dans l'évolution du champ cinématographique.

### 2.2 L'apport de la sociologie des professions

La sociologie des professions, avec les travaux de Menger [2], éclaire la dynamique des carrières artistiques marquées par une incertitude économique et un besoin constant de reconnaissance. Les artistes évoluent dans un système de réputation où l'évaluation par les pairs et les critiques joue un rôle crucial. La précarité et la flexibilité sont des traits dominants, poussant les artistes à se diversifier et à innover constamment. Ce modèle repose sur une succession de projets, accentuant la collaboration mais aussi la compétition au sein des réseaux professionnels. Ainsi, le monde artistique est caractérisé par un équilibre entre incertitude et innovation, où la réputation et l'adaptabilité deviennent des moteurs de succès.

### 2.3 Perspective de la prospective des métiers

L'approche systémique d'Aline Scouarnec [3] met en avant l'importance de l'apprentissage continu et de la flexibilité des compétences pour rester compétitif face aux transformations technologiques et sociétales. Cette approche, appliquée au cinéma, pourrait guider les stratégies de ressources humaines en intégrant ces mutations dans les pratiques du secteur.

## 3. Méthodologie

### 3.1 Un positionnement interprétativiste

Cette recherche adopte une posture interprétativiste pour comprendre les significations attribuées par les acteurs du festival de Cannes. Les méthodes qualitatives permettent d'explorer les réalités complexes de ce milieu.

### 3.2 Une étude de cas longitudinale : le festival de Cannes

Une analyse ethnographique et longitudinale sur quatre ans a été menée pour observer les évolutions et continuités des pratiques. L'observation non participante et les documents secondaires offrent une compréhension approfondie de la structure institutionnelle et des enjeux du secteur. Ce cas illustre les mécanismes de légitimation et les dynamiques professionnelles propres au cinéma.

## 4. Résultats : le festival de Cannes comme événement configurateur du champ : paradoxes et discours institutionnels

### 4.1 Un secteur en profonde transformation

Le Festival de Cannes, pilier de l'industrie cinématographique, influe sur les normes et les pratiques, tout en faisant face aux transformations majeures du secteur. Depuis la crise sanitaire de 2020, le débat entre diffusion en salle et plateformes de streaming s'est intensifié. En 2019, Netflix boycotte Cannes en raison de la chronologie des médias, qui exige des sorties en salle exclusives, une position maintenue par le festival malgré des ajustements pour réduire les délais. Pour protéger le cinéma français face aux géants du streaming, la France adopte en 2021 le décret SMAD, imposant aux plateformes de financer des productions locales. Bien accueillie par l'industrie française, cette mesure suscite des critiques quant à la liberté de programmation des plateformes.

Cannes reflète aussi des préoccupations environnementales. Dès 2020, le festival prend des mesures écologiques, comme une comptabilité carbone et des ateliers de sensibilisation, pour encourager une production plus durable. Par ailleurs, l'intelligence artificielle (IA) est un thème central de l'édition 2024, explorant ses opportunités pour le cinéma, mais posant des questions éthiques sur la préservation des droits d'auteur et la place des créateurs humains face aux algorithmes, comme l'explique Roussel [4] . La question de la parité occupe également une place importante, avec des pressions pour une représentation plus égalitaire des femmes, renforcée par le mouvement #MeToo.

### 4.2 Tensions dans le secteur : reconfigurations et prospective des métiers

Dans ce contexte, les métiers du cinéma se transforment, influencés par le numérique, les normes environnementales et la quête de diversité. Face aux nouvelles réalités, les professionnels sont incités à repenser leurs parcours et leurs compétences. Les communautés de pratique jouent un rôle crucial dans la transmission des savoirs et la cohésion professionnelle. Selon une approche prospective socio-économique, l'équilibre entre innovation et valeurs traditionnelles pourrait être atteint en intégrant les tensions et en encourageant la collaboration au sein du secteur. Le festival de Cannes, vitrine de ces évolutions, se positionne ainsi comme un acteur clé dans la reconfiguration de l'industrie cinématographique.

## 5. Discussion

### 5.1 Quel ancrage du champ organisationnel face à de multiples paradoxes ?

Le festival de Cannes est analysé comme un acteur structurant dans le secteur cinématographique, jouant un rôle essentiel dans la légitimation et l'évolution des normes, des pratiques et des dynamiques de reconnaissance. En s'appuyant sur la théorie néo-institutionnelle, l'étude montre que des événements comme Cannes, à l'instar des Grammy Awards étudié par Anand et Watson [5], agissent comme des « rituels de tournoi », des plateformes où sont établies des distinctions et légitimations cruciales. Par exemple, Cannes oriente les tendances artistiques et renforce la visibilité de certains genres, consolidant le cinéma en tant que champ structuré. Ce processus permet d'établir des standards de qualité et de jugement, contribuant ainsi à modeler les attentes du public et des professionnels.

### 5.2 Quelles transformations pour les métiers et le secteur ?

La littérature sociologique des professions complète cette analyse en examinant les mutations des métiers du cinéma, impactés par les évolutions technologiques et les nouvelles attentes en matière de diversité et de durabilité. Ces transformations amènent une redéfinition des pratiques et identités professionnelles, dans un secteur caractérisé par une dualité entre art et économie. L'émergence de communautés de pratiques favorise la transmission des savoirs et le maintien de la cohésion, malgré une précarisation accrue pour certains professionnels.

## 6. Apports et limites

Les contributions managériales de cette recherche soulignent l'importance pour les gestionnaires de festivals de naviguer entre tradition et innovation, tout en répondant aux enjeux actuels. Promouvoir des pratiques inclusives et durables devient essentiel pour la légitimité des événements. Cependant, l'étude présente des limites en se focalisant sur Cannes et appelle à des recherches comparatives avec d'autres festivals pour enrichir cette compréhension.

En conclusion, cette étude révèle que Cannes, par ses rituels institutionnels, contribue à configurer le champ cinématographique tout en influençant les évolutions des métiers dans un secteur en transformation. Elle ouvre des perspectives pour comprendre comment gérer les tensions et les paradoxes, au sens de Lewis [6], qui caractérisent le secteur culturel face aux enjeux de modernité et de légitimité.

## Références


[1] DiMaggio, P. J., & Powell, W. W. (1983). The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. *American Sociological Review*, *48*(2), 147-160.

[2] Menger, P.-M. (2002). *Portrait de l'artiste en travailleur*. Paris: Éditions du Seuil.

[3] Scouarnec, A. (2015). *La prospective des métiers : Méthodes et pratiques en GRH*. In G. Schmidt & J.-P. Boissin (Eds.), *Management des ressources humaines : Enjeux, compétences et pratiques* (pp. 275-288). Paris: Dunod.

[4] Roussel, V. (2021). Hollywood gouverné par les algorithmes ? Ascension de nouveaux professionnels et transformation des choix de production. *Sociologie du Travail créateur - Le travail des artistes - marchés, réputations, rémunérations*, Paris: Collège de France.

[5] Anand, N., & Watson, M. R. (2004). Tournament rituals in the evolution of fields: The case of the Grammy Awards. *Academy of Management Journal, 47*(1), 59–80.

[6] Lewis, M. W., & Smith, W. K. (2022). Reflections on the 2021 AMR Decade Award: Navigating Paradox Is Paradoxical. *Academy of Management Review*, *47*(4), 528-548.

# Un nouveau dopant : le Germanium

Khaoula El Mechyly[1,2]
khaoula.el-mechyly@uha.fr

Ahmed Mehdaoui[1,2]
ahmed.mehdaoui@uha.fr

Carmelo Pirri[1,2]
carmelo.pirri@uha.fr

Didier Dentel[1,3,*]
didier.dentel@uha.fr

[1] Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M) UMR 7361
CNRS – Université de Haute Alsace Bâtiment IRJBD
3 bis rue Alfred Werner 68093 Mulhouse Cedex

[2] Faculté des Sciences et Techniques - Université de Haute Alsace
18 rue des Frères Lumière 68200 Mulhouse

[3] IUT Colmar - Université de Haute Alsace
Bâtiment H – 34 rue du Grillenbreit 68008 Colmar

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Physique – Matériaux - Nanoélectronique*

**Résumé –** *Les matériaux 2D sont au cœur d'une révolution scientifique et technologique car ils possèdent des propriétés spécifiques dues à leur confinement dimensionnel. Ils permettent non seulement d'approfondir la compréhension des lois fondamentales de la physique, mais ouvrent aussi des perspectives inédites pour des applications technologiques. Parmi les matériaux 2D très étudiés, il y a la famille des dichalcogénures de métaux de transition (TMD) comme $MoS_2$, $WS_2$ avec leur structure en feuillet. Notre étude se concentre sur le dépôt de germanium (Ge) sur le disulfure de molybdène ($MoS_2$) et montre que le Ge peut s'intercaler sous les feuillets de $MoS_2$ plutôt que de rester en surface. Les images obtenues par STM et LEED montrent que la surface du $MoS_2$ ne change pas après le dépôt de Ge, confirmant cette intercalation. Les spectres XPS révèlent un décalage dans les niveaux d'énergie des atomes de Mo et S, suggérant un transfert d'électrons (dopage n) sans formation de liaisons chimiques Ge-$MoS_2$ ouvrant la voie à l'utilisation de ce matériau dans une nouvelle technologie de transistors.*

**Mots-Clés –** *Croissance cristalline, Nanomatériaux, Germanium, Epitaxie, Sulfure de molybdène (MoS2).*

**Section(s) CNU pour cet article –** *28.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –***NON*

## 1 Introduction

Depuis quelques années, un nouveau champ disciplinaire s'est ouvert avec l'étude de matériaux de faible dimension dont l'épaisseur est de l'ordre d'une seule ou de quelques couches atomiques. Ces matériaux présentent des propriétés électroniques (conductivité électrique élevée . . . ) , mécaniques (résistance, flexibilité . . . ) et quantiques (supra conductivité couche minces . . . ) exceptionnelles. Dans ce travail, nous nous concentrons sur le substrat de disulfure de molybdène (MoS2). C'est un matériau présentant un gap direct dans la bande interdite (zone d'énergie où aucun électron ne peux exister) et composé de trois couches atomiques S−Mo−S, où le plan du métallique (Mo) est pris en sandwich entre deux plans hexagonaux de soufre (S). Différentes études sur le dépôt de métaux sur $MoS_2$ ont été réalisées. Parmi ces études, on trouve l'intercalation de potassium dans le $MoS_2$ [1]. L'intercalation de silicium dans le $MoS_2$ a également été rapportée par Van Bremen et al. [2]

L'objectif de cet article est de montrer le rôle crucial du Ge. En effet nous montrons ici qu'il est également possible pour le Ge de s'intercaler entre les couches de $MoS_2$, et de jouer le rôle d'un dopant pour modifier les propriétés électriques du substrat afin de le rendre plus conducteur.

## 2 Conditions expérimentales

Les expériences ont été réalisées sur un dispositif expérimental sous ultra haut vide (UHV). Les échantillons de $MoS_2$, ont été nettoyés par exfoliation mécanique avec du ruban adhésif avec une pression de base de $10^{-8}$ mbar. Le germanium a été déposé par chauffage radiatif à l'aide d'une cellule d'évaporation (MBE Komponenten GmbH) sur le substrat maintenu à température ambiante (pression de base 7 x $10^{-11}$ mbar). La vitesse de dépôt était de 0,02 monocouches (MC) par minute. Les échantillons ont été caractérisés par microscopie à effet tunnel (STM), diffraction d'électrons à basse énergie (LEED) et spectroscopie de photoélectrons par rayons X (XPS). Les mesures de spectroscopie de photoélectrons à haute résolution ont été réalisées sur la ligne de lumière ANTARES au synchrotron SOLEIL avec des photons de 100 eV et 350 eV.

## 3 Résultats

Les images STM ont été obtenues à température ambiante. La figure 1a montre une image STM d'un $MoS_2$ pur avec une résolution atomique. Cette image montre un motif hexagonal. La distance entre deux atomes voisins les plus proches est de 3,6 ± 0,3 Å, ce qui correspond à la périodicité caractéristique des atomes de $MoS_2$(0001) [3].

Avant et après le dépôt de 1 MC de germanium (Ge) sur $MoS_2$ à température ambiante, les images STM de topographie sont identiques et montrent la même périodicité de surface que le $MoS_2$ initial (3,4 ± 0,3 Å).

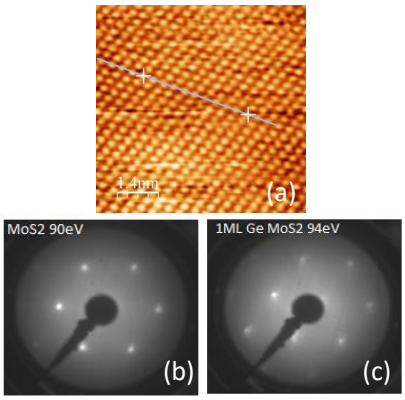



Figure 1 : Image STM topographique (8nm x 8 nm) du $MoS_2$ propre (a) et identique à celle après dépôt d'1 MC de Ge (V= +1 V, I= 50 pA). Clichés LEED correspondants avant (b) et après dépôt de Ge (c)

Aucune signature de germanium n'a été observée à la surface (autour des défauts ou sous les couches de $MoS_2$). Les figures 1b et 1c montrent respectivement le diagramme LEED du $MoS_2$ pur et après dépôt de 1 MC de Ge. Les deux clichés LEED montrent le même motif et aucun changement de périodicité de surface n'a été détecté. Ces résultats confirment également les observations STM. Pour caractériser la réactivité du Ge avec $MoS_2$, nous avons réalisé des mesures de spectroscopie de photoélectrons. Une énergie de photons de 350 eV a été utilisée dans cette étude, afin d'étudier les électrons des niveaux de cœur du $MoS_2$ pur ainsi que du Ge sur $MoS_2$, respectivement.

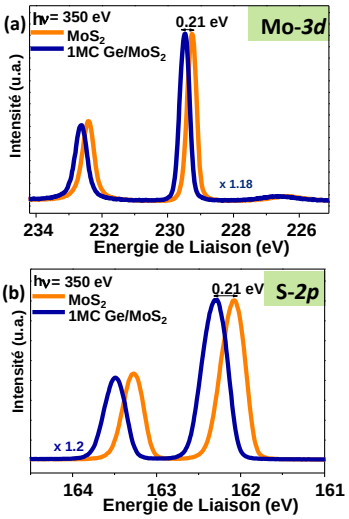



Figure 2 : Niveaux de cœur Mo3d (a) et S2p (b) du $MoS_2$ propre et après dépôt d'1 MC de Ge

Les figures 2a et 2b montrent les spectres XPS Mo3d et S2p mesurés sur le $MoS_2$ pur et après le dépôt de 1 ML de Ge sur $MoS_2$ à une énergie de photon hν = 350 eV. Pour le $MoS_2$ pur, le Mo3d peut être déconvolué avec 3 composantes attribuées aux liaisons entre S et Mo dans $MoS_2$. Aucun état d'oxydation n'a été détecté, car les composantes oxygénées se situent autour de 232,8 eV (Mo3d5/2) et 235,8 eV (Mo3d3/2) [4]. Le pic S2p présente deux composantes, S2p3/2 (162,1 ± 0,1 eV) et S2p1/2, avec un couplage spin-orbite de 1,2 eV.

Après le dépôt de Ge sur $MoS_2$, les niveaux de cœur des atomes de Mo et S montrent un décalage de position de pic de 0,2 eV vers les énergies de liaison les plus élevées (Figure 2a, b). Ce décalage indique un transfert d'électrons du Ge vers $MoS_2$. On peut noter que les formes des pics sont identiques avant et après le dépôt. Cela semble indiquer l'absence de liaisons chimiques entre les atomes de Ge et le $MoS_2$ et donc d'interaction entre le Ge et le substrat de $MoS_2$ hormis le fait que le Ge joue le rôle de dopant (dopage n).

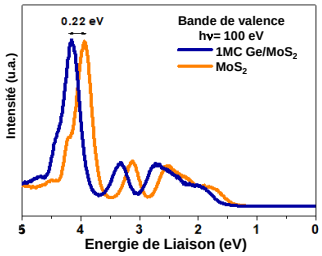



Figure 3 : Bande de valence du $MoS_2$ propre et après dépôt d'1 MC de Ge

Ce décalage rigide des niveaux de cœur est confirmé par le même décalage de la bande de valence. Ceci est montré sur la Figure 3 qui présente la bande de valence mesurée qui subit le même décalage de 0,2 eV vers les énergies de liaison plus élevées, comme cela est attendu pour un effet de dopage de type n, qui modifie la position du niveau de Fermi dans la bande interdite du $MoS_2$ (Figure 4).

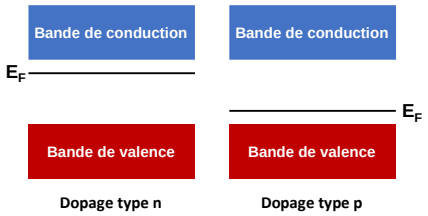



Figure 4 : Rôle du dopage sur la position du niveau de Fermi dans la bande interdite d'un semi-conducteur

Le niveau de cœur Ge3d (Figure 5) se divise en deux composantes, Ge3d5/2 et Ge3d3/2, avec un couplage spin-orbite de 0,57 eV. Le pic Ge3d présente trois contributions qui peuvent être associées à la présence de trois sites atomiques de Ge non équivalents. Notez que toutes les composantes du Ge3d ont les mêmes largeurs à mi-hauteur de 0,31 eV compatible avec la résolution énergétique de la ligne du synchrotron.

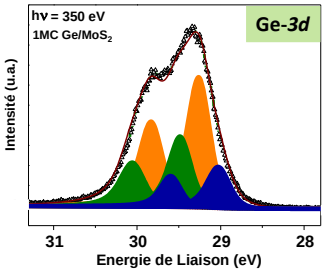



Figure 5 : Détail du niveau de cœur Ge3d après dépôt d'1 MC de Ge/$MoS_2$

Pour déterminer précisément jusqu'où le Ge est intercalé, des mesures PES ont été effectuées avec une énergie de photon de 100 eV. Le libre parcours moyen (λ) du Ge est d'environ 6,6 Å. Comme l'épaisseur sondée est d'environ 3λ (20 Å). L'épaisseur de la première couche de $MoS_2$ est d'environ 8 Å, celle des deux premières couches est d'environ 14 Å, et celle des trois premières couches est de 24 Å. Le fait d'avoir détecté du germanium dans ces conditions, montre que le Ge est intercalé soit sous la première couche, soit sous la deuxième couche.

## 4 Conclusion

Le germanium (Ge) a été déposé sur le substrat de $MoS_2$ et conduit à l'intercalation de la couche de Ge entre deux plans de $MoS_2$. Les atomes de Ge, faiblement couplés au $MoS_2$, peuvent s'intégrer dans ce matériau à large bande interdite et jouer le rôle de dopant de type n. En montrant que l'on peut doper le $MoS_2$, et donc le rendre plus conducteur, cette étude permet de dépasser les limites actuelles de la technologie silicium avec la possibilité de réaliser des transistors à base de $MoS_2$ de taille encore plus petite que les transistors actuels.

## 5 Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude aux collaborateurs de SOLEIL. Financement : ANR Germanene

## Références

[1] T. Eknapakul et al. *Electronic structure of a quasi-freestanding $MoS_2$ monolayer*, Nano Lett. 14 (2014) 1312.

[2] R. van Bremen et al. *Intercalation of Si between MoS2 layers* Beilstein J. Nanotechnol. 8 (2017) 1952.

[3] G. W. Stupian et al. *Imaging of $MoS_2$ by Scanning Tunneling Microscopy*, Appl. Phys. Lett. 51 (1987) 1560.

[4] H. Vrubel et al. *Growth and Activation of an Amorphous Molybdenum Sulfide Hydrogen Evolving Catalyst* ACS Catal. 3 (2013) 2002

# Maintenance de cartes pour la navigation de robots mobiles en environnements non structurés pour une compréhension spatiale à long terme

A.-R. Dannaoui[1], J. Laconte[1], C. Debain[1], P. Checchin[2,*]

abdel_raouf.dannaoui@doctorant.uca.fr, johann.laconte@inrae.fr, christophe.debain@inrae.fr
paul.checchin@uca.fr

[1] INRAE
Centre Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes

[2] IUT, Université Clermont Auvergne
Institut Pascal, UMR 6602 UCA/CNRS

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Robotique*

**Résumé –** *Le présent article aborde une thématique de la robotique mobile visant à étendre les capacités d'analyse et d'interprétation de la scène où un robot autonome se déplace. Grâce à ses capteurs extéroceptifs, ce véhicule terrestre cartographie son environnement proche pour se localiser et naviguer. Le sujet concerne l'amélioration de la navigation des robots dans des environnements naturels. Les méthodes traditionnelles de cartographie atteignent leurs limites s'il faut maintenir une compréhension globale de l'environnement sur une longue période. Ces travaux proposent des solutions exploitant les images et les données 3D fournies par des caméras et des lidars. Des algorithmes d'apprentissage assureront l'adaptabilité du processus de localisation face aux changements dans un environnement cartographié. Un accent particulier est mis sur la maintenance et la prédiction des cartes pour renforcer la localisation et anticiper les changements environnementaux. Ces travaux s'appliquent à la robotique agricole et à la surveillance industrielle.*

**Mots-clés –** *Robotique mobile, perception, cartographie, capteur lidar.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *61.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *OUI*

# 1 Introduction

## 1.1 Problématique

Maintenir à jour une carte ou des modèles de représentation d'espaces navigables est une composante essentielle pour permettre l'autonomie à long terme des robots dans des environnements dynamiques. En robotique mobile, il existe de nombreuses méthodes de localisation qui reposent sur des cartes stables et précises, mais elles se heurtent à des difficultés dès lors que le contexte évolue avec le temps, notamment dans des environnements extérieurs (péri-)urbains. Les changements périodiques dus aux conditions météorologiques, à la végétation, ou à l'éclairage peuvent induire des erreurs pour la plupart des approches puisque le modèle n'est plus conforme à la situation réelle. De plus, les objets dynamiques, tels que les voitures et les piétons, peuvent modifier la perception d'une scène pendant ou entre deux interventions. Sans mises à jour précises et cohérentes des modèles, ces changements peuvent avoir des impacts significatifs sur la performance à long terme des systèmes autonomes [2]. Or, les véhicules autonomes ont besoin de cartes précises pour se localiser et se déplacer en toute sécurité et efficacité au fil du temps [3]. Les systèmes de surveillance pour des fins de sécurité ou de maintenance reposent sur la détection de changements pour une compréhension précise des scènes. Il en est de même pour les robots agricoles qui doivent régulièrement faire face à des changements dans la végétation et le paysage.

La capacité à détecter les changements et à mettre à jour un modèle 3D dépend des données fournies par les capteurs disponibles. Généralement, lors de l'exploration, les robots sont équipés de systèmes multi-capteurs tels qu'une centrale inertielle (ou IMU pour *Inertial Measurement Unit*), un GPS, des caméras et des lidars. Lors de la phase initiale, les robots effectuent souvent une cartographie de la scène en étant téléopérés ou en suivant des trajectoires prédéfinies, jusqu'à ce que la scène entière soit capturée. Mais procéder ainsi pour chaque inspection n'est pas un scénario réaliste et économique pour tous les systèmes robotiques autonomes. Par exemple, un robot autonome équipé seulement d'un sous-ensemble de capteurs à bas coût peut être chargé de livrer un colis ou de se diriger vers un emplacement cible. Ses capteurs lui permettent de naviguer en utilisant une carte 3D pré-construite, mais les données issues de ses capteurs ne sont pas suffisantes pour construire un modèle avec la même qualité que précédemment en toutes circonstances. Cependant, ces données peuvent être utilisées pour des mises à jour continues et cohérentes du modèle initial, sans nécessiter d'opérations spécifiques de cartographie dense et précise.

La navigation des robots dans des environnements non structurés, comme les forêts ou les terres agricoles, présente des défis considérables. Contrairement aux environnements urbains où les structures sont bien définies, les espaces naturels changent de façon dynamique en raison des cycles saisonniers, de la croissance de la végétation, et d'autres facteurs environnementaux. Les méthodes de cartographie traditionnelles, relativement efficaces pour maintenir des aspects structurés [1], peinent à capturer ces variations de manière fiable. Le projet vise à développer des techniques de cartographie robustes capables d'apprendre et de prédire les changements au sein de ces environnements non structurés, tout en améliorant la précision de la localisation.

Les travaux antérieurs ont principalement exploré la maintenance des cartes pour des systèmes exploitant les techniques de vision [3, 4] et dans le cas où les environnements étaient fortement dynamiques ou en évolution rapide [5]. Par ailleurs, la précision de localisation est souvent le seul indicateur retenu de performance du système, sans considérer la qualité de carte mise à jour.

## 1.2 Objectifs

Les objectifs principaux de cette recherche, illustrés par le synoptique de la figure 1, sont :

- l'**identification de la végétation** à partir des données images et nuages de points 3D pour mieux comprendre les variations naturelles ;
- la **prédiction de schémas d'évolution saisonniers**, à l'aide de techniques d'apprentissage, permettant au système de navigation de s'adapter à des environnements changeants ;
- l'**amélioration de la localisation et de la navigation** en terrains non structurés en s'appuyant sur des cartes évolutives.

# 2 Méthodologie

Pour atteindre ces objectifs, une approche fondée sur l'acquisition de données sur le long terme est adoptée. Les données seront collectées à l'aide de capteurs extéroceptifs caméras et lidars 3D, et proprioceptifs (IMU) embarqués sur le robot, comme le montre la figure 1. Pour se doter d'une vérité de terrain afin d'évaluer et comparer les résultats, un système de cartographie mobile précis sera également utilisé (Leica Pegasus TRK 100). Ces données seront recueillies pendant une période de trois ans, couvrant les quatre saisons, dans le but de constituer une carte de référence fiable. Cette cartographie servira ensuite de base pour le développement d'algorithmes capables de maintenir des cartes en anticipant les changements environnementaux.

Une partie essentielle de ce projet consiste à évaluer la qualité des cartes générées et à tester la robustesse des algorithmes de localisation dans des scénarios réels. Le but est d'améliorer la précision de la localisation dans des environnements complexes tout en permettant aux robots de s'adapter de manière proactive aux changements observés dans leur environnement. Les informations sémantiques, obtenues après identification d'un arbre ou d'un mur dans

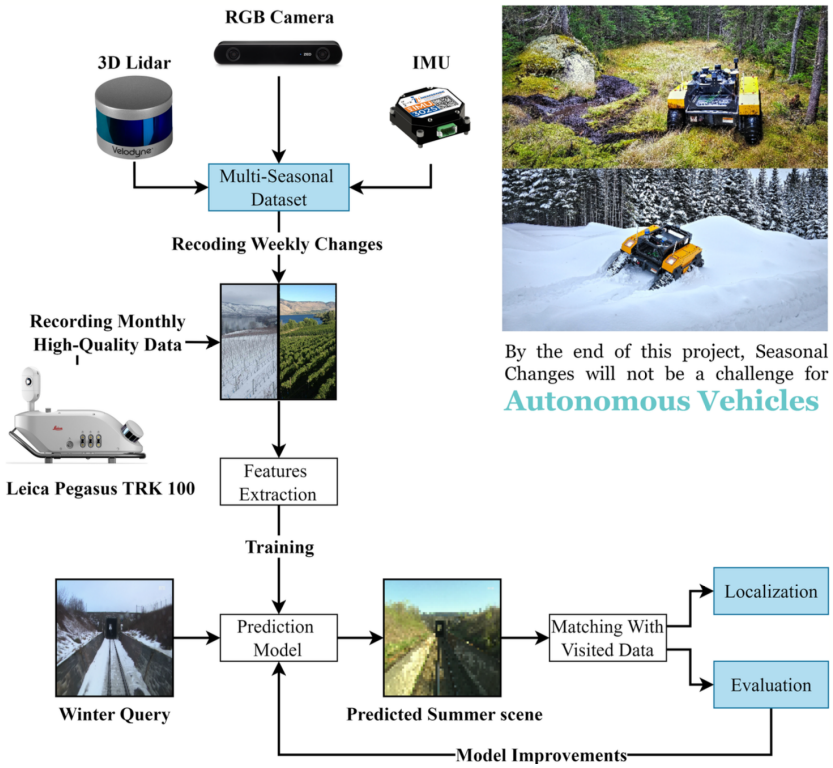



FIGURE 1 – Vue globale du projet.

une partie du nuage de points, seront aussi intégrées afin de mieux modéliser les changements possibles au fil des saisons. La validation expérimentale de l'approche sera classiquement réalisée selon une méthode de type *Teach and Repeat* (navigation par apprentissage et répétition) [2] pour démontrer une résilience accrue aux conditions saisonnières.

## 3 Impacts et Perspectives

L'amélioration des capacités de navigation autonome dans des environnements non structurés est l'objectif de ces travaux, avec des applications allant de l'agriculture de précision à la gestion forestière durable. Les méthodes développées pourraient aussi trouver d'autres domaines nécessitant une compréhension fine de la dynamique environnementale, comme la surveillance des écosystèmes ou la robotique en milieu naturel.

Les résultats attendus pourraient ouvrir la voie à des systèmes plus intelligents, capables de fonctionner de manière fiable malgré des environnements changeants, contribuant ainsi à l'automatisation et à l'efficacité des missions en extérieur pour les véhicules.

## 4 Remerciements

Ce travail bénéficie du soutien du Centre International de Recherche « Systèmes Innovants pour les Transports et la Production » de l'I-SITE CAP 20-25."

## Références

[1] A. K. Aijazi, P. Checchin, and L. Trassoudaine, *Automatic Removal of Imperfections and Change Detection for Accurate 3D Urban Cartography by Classification and Incremental Updating*, Remote Sensing, vol. 5, no. 8, pp. 3701-3728, 2013.

[2] Baril, D. et al. ; *Kilometer-scale autonomous navigation in subarctic forests : challenges and lessons learned*, Field Robotics, 2022

[3] Egger, Philipp, et al. *Posemap : Lifelong, multi-environment 3d lidar localization.* 2018 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS). IEEE, 2018.

[4] Neubert, Peer, Niko Sünderhauf, and Peter Protzel. *Appearance change prediction for long-term navigation across seasons*. 2013 European Conference on Mobile Robots. IEEE, 2013.

[5] Pomerleau, François, et al. *Long-term 3D map maintenance in dynamic environments*. 2014 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA). IEEE, 2014.

# Intégration des énergies renouvelables au bâtiment de l'IUT de Paris Pajol : vers une autonomie énergétique durable

Claude Nzoundja Fapi[1,*] Yacine Boufkhad[1] Steeve Reisberg[2]
Laurent Royon[1] Xiaofeng Guo[1,*]

claude-bertin.nzoundja-fapi@u-paris.fr xiaofeng.guo@u-paris.fr

[1] IUT de Paris Pajol, Université Paris Cité, Paris, France
Laboratoire Interdisciplinaire des Energies de Demain, UMR 8236 CNRS

[2] IUT de Paris Pajol, Université Paris Cité, Paris, France
Laboratoire Interfaces Traitements Organisation et Dynamique des Systèmes, UMR 7086 CNRS

**Thèmes –** *Énergie - Environnement - Informatique - Électronique - Matériaux - Mesures Physiques*

**Résumé –** *Afin de limiter le réchauffement climatique à moins de 2°C à l'horizon 2100, des sommets internationaux (Rio de Janeiro (1998), COP28 (2023), etc.) ont préconisé le recours aux sources d'énergies renouvelables (l'hydroélectricité, la bioénergie, l'énergie éolienne, l'énergie solaire, etc.). Étant donné le rôle significatif des bâtiments dans la consommation énergétique urbaine, l'intégration des sources renouvelables dans les établissements d'enseignement constitue une voie stratégique pour réduire leur impact environnemental. Dans ce contexte spécifique, l'énergie solaire photovoltaïque (PV) et les technologies de stockage d'énergie sont évalués pour leur faisabilité technique, économique et environnementale. Dans cette étude, le potentiel d'intégration des systèmes d'énergies renouvelables dans l'infrastructure du bâtiment de l'IUT de Paris Pajol est exploré, dans le but de tendre vers une autonomie énergétique durable. La méthodologie comprend une évaluation du potentiel solaire PV en fonction de l'ensoleillement régional et des caractéristiques architecturales du site. Un bilan énergétique global est ensuite calculé, comparant les productions d'énergie renouvelable aux consommations initiales d'énergie fossile, afin de mettre en évidence les gains potentiels en efficacité énergétique. En outre, une analyse des émissions de $CO_2$ quantifie les réductions réalisables grâce à l'intégration des énergies renouvelables, dans une démarche de transition énergétique. Les résultats montrent que le système PV apporte des contributions significatives vers l'autonomie énergétique, suggérant que de telles approches intégrées peuvent servir de modèles adaptables à d'autres bâtiments éducatifs et institutionnels.*

**Mots-clés –** *énergies renouvelables, autosuffisance énergétique, réduction des émissions de $CO_2$, bâtiments durables.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *61, 62, 63.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

# 1 Introduction

Parmi les alternatives énergétiques les plus prometteuses, les systèmes solaires photovoltaïques (PV) occupent une place de choix [1]. L'énergie solaire, abondante et renouvelable, présente de nombreux avantages : elle est disponible dans de nombreuses régions du monde, n'émet aucun polluant lors de la production d'électricité, et peut être exploitée à des échelles variées, des petites installations résidentielles aux grandes centrales PV. Grâce à ces caractéristiques, les technologies solaires PV se positionnent comme une solution pour un avenir énergétique plus propre et plus durable, tout en offrant la flexibilité nécessaire pour s'adapter aux besoins spécifiques des différentes régions et communautés.

Les bâtiments représentent une part significative de la consommation énergétique en milieu urbain, et l'intégration des énergies renouvelables dans les infrastructures éducatives devient un axe stratégique pour réduire leur impact environnemental [2]. Les projets de l'IUT de Paris Pajol s'inscrivent dans cette perspective en visant une réduction de l'empreinte carbone et une amélioration de l'efficacité énergétique [3].

Ce projet s'inscrit dans le domaine de la transition énergétique et de la construction durable. Il combine des aspects liés aux énergies renouvelables (solaire, éolien, stockage d'énergie) avec ceux de l'efficacité énergétique dans les bâtiments. L'orientation scientifique vise à explorer comment les technologies renouvelables peuvent être optimisées pour permettre une quasi-autonomie énergétique du bâtiment, tout en tenant compte des spécificités environnementales et structurelles du site de Paris Pajol.

L'objectif de cette recherche est de déterminer la faisabilité technique, économique et environnementale d'une intégration optimale des énergies renouvelables (EnR) pour le bâtiment de Pajol, afin de tendre vers une autonomie énergétique durable. Cela inclut l'identification et l'évaluation des solutions renouvelables les plus adaptées, et leur potentiel de couverture des besoins énergétiques de l'IUT.

Le document est structuré de la manière suivante : l'analyse du potentiel énergétique solaire PV et le bilan énergétique global en Île-de-France seront présentées dans les sections 2 et 3, respectivement. La section 4 mettra l'accent sur l'évaluation des émissions de $CO_2$. Enfin, la conclusion de ce travail, accompagnée de suggestions pour des pistes de recherche futures, sera exposée dans la section 5.

# 2 Potentiel d'énergie solaire photovoltaïque

L'intégration de l'énergie solaire PV dans le bâtiment de l'IUT de Paris Pajol représente une étape cruciale vers une autonomie énergétique durable. Ce potentiel solaire repose sur plusieurs facteurs clés, parmi lesquels l'ensoleillement, la température, la vitesse du vent de la région, les caractéristiques architecturales du bâtiment et les avancées technologiques en matière de panneaux solaires. La figure 1 présente les caractéristiques météorologiques (température, ensoleillement et vitesse du vent) du site de Pajol pour l'année 2023 [4].

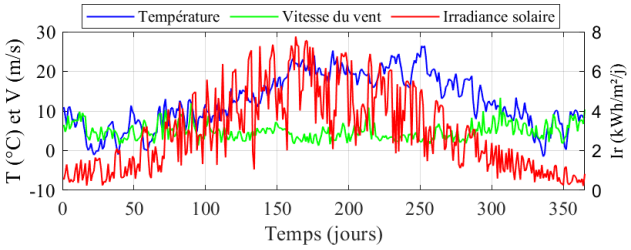



FIGURE 1 – Variations météorologiques du site de Pajol.

Dans le cadre de ce projet, la production d'énergie solaire PV du site de Pajol est évaluée grâce à l'expression de l'équation 1. Dans cette expression, nous avons estimée à 200 $m^2$ la surface des panneaux solaire PV installés. Les modules solaires PV installés sont orientés à l'Est avec un angle d'inclinaison de $\theta = 30°$.

$$E_{pv} = E_{pv} \times S_p \times \eta \tag{1}$$

avec, $E_{pv}$ est le rayonnement solaire en $kWh/m^2$. $S_p$ est la surface des panneaux en $m^2$. $\eta$ est l'efficacité des panneaux PV.

Les résultats de la production d'énergie solaire PV et les différents consommations d'énergie du site de Pajol sont illustrés dans la figure 2. En analysant la figure 2, on remarque que la production d'energie solaire photovoltaïque est largement supérieure à la demande électrique et thermique du site de Pajol.

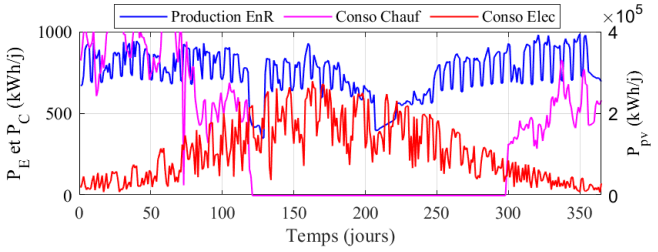



FIGURE 2 – Production d'énergie solaire PV, demandes électriques et thermique du site de Pajol.

# 3 Bilan énergétique global

Les gains énergétiques résultent de la substitution des énergies fossiles par des énergies renouvelables. La quantité d'énergie renouvelable produite ($E_{enr}$) est comparée à la consommation énergétique initiale basée sur les énergies

fossiles ($E_{fos}$), permettant de calculer le gain énergétique global ($\Delta E$), selon l'équation 2.

$$\Delta E = E_{enr} - E_{fos} \quad (2)$$

Les résultats de la figure 3 présentent l'évolution des bilans énergétiques pour deux scénarios : le bilan 1 représente la différence entre la production photovoltaïque (PV) et la demande électrique, tandis que le bilan 2 correspond à la différence entre la production PV et la somme des demandes électrique et de chauffage du site de Pajol.

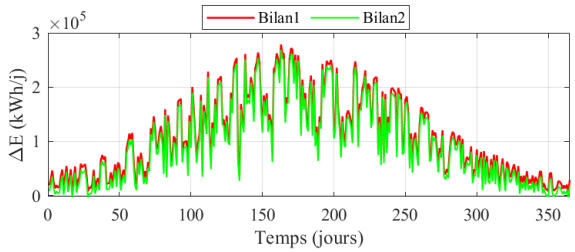



FIGURE 3 – Bilan des consommations énergétiques.

## 4 Évaluation des émissions de $CO_2$

L'évaluation des émissions de $CO_2$ pour l'intégration des énergies renouvelables au bâtiment de Pajol quantifie les réductions de GES obtenues en remplaçant les énergies fossiles par des sources d'energie renouvelables (géothermie, solaire, éolien, etc.), afin de réduire l'empreinte carbone et d'avancer vers une autonomie énergétique durable, selon l'expression de l'équation 3.

$$CO_{2evite} = P_{elec} \times FaCO_{2elec} + P_{chauf} \times FaCO_{2chauf} \quad (3)$$

où, $P_{elec}$ et $P_{chauf}$ sont les productions électrique et chauffage respectivement. $FaCO_{2elec}$ et $FaCO_{2chauf}$ sont les facteurs de $CO_2$ pour l'électricité (hypothèse de mix renouvelable) et pour le chauffage, respectivement.

Les résultats de la figure 4 montrent l'évolution des émissions de $CO_2$ associées aux énergies renouvelables (EnR) pour une installation prévue sur le site de Pajol. On remarque clairement que le facteur d'émission de $CO_2$ des EnR est très inférieur à celui de la consommation énergétique actuelle de l'IUT de Paris Pajol.

## 5 Conclusions

Ce travail met en évidence le potentiel des énergies renouvelables, en particulier l'énergie solaire photovoltaïque, pour répondre aux besoins énergétiques d'un bâtiment universitaire comme l'IUT de Paris Pajol. L'analyse montre que la production photovoltaïque, associée à une gestion efficace de la consommation, permet non seulement de couvrir les besoins électriques et thermiques du site, mais

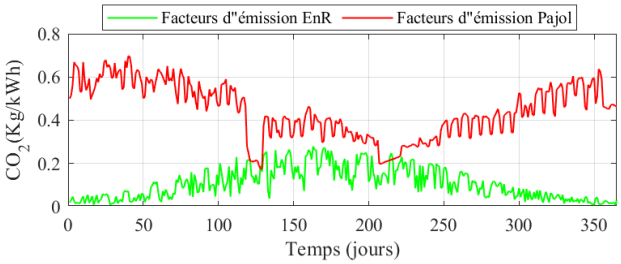



FIGURE 4 – Evolution des émissions de $CO_2$.

aussi de générer des excédents énergétiques. Cette transition contribue de manière significative à la réduction des émissions de $CO_2$, renforçant ainsi l'engagement en faveur d'une autonomie énergétique durable. Les résultats obtenus confirment que l'intégration optimale des énergies renouvelables peut transformer les infrastructures éducatives en modèles de durabilité énergétique. Cependant, cette démarche doit tenir compte des contraintes spécifiques liées aux conditions climatiques, aux caractéristiques architecturales et aux technologies utilisées. Les gains énergétiques et les réductions d'empreinte carbone observés dans ce projet ouvrent des perspectives prometteuses pour une généralisation à d'autres bâtiments urbains.

## 6 Remerciements

Le projet PajolConnecté a bénéficié du soutien financier du projet IdEx Université de Paris (ANR-18-IDEX-0001). Nous remercions l'ensemble des personnels techniques pour leur collaboration sur le recueil de données.

## Références

[1] Fapi, C. B. N., Colicchio, B., Wira, P., Kamta, M., & Abdeslam, D. O. (2022, Sep.). Performance Analysis of a Solar Power Plant Connected to a Small Grid at the IUT of Mulhouse. In 2022 Int. Conf. on Theor. and Appl. Comput. Sci. and Eng. (ICTASCE) (pp. 163-168). IEEE. https://doi.org/10.1109/ictacse50438.2022.10009742

[2] Allab, Y., Pellegrino, M., Guo, X., Nefzaoui, E. Kindinis, A. Energy and comfort assessment in educational building : Case study in a French university campus. Energy Build. 143, 202–219 (2017).

[3] Boufkhad, Y., Royon, L., Reisberg, S., & Guo, X. (2023, June). Des mesures dans le bâtiment de l'IUT : un exemple de SAé pour la recherche. In CNRIUT 2023 Saint Pierre-La Réunion.

[4] Available online : https://power.larc.nasa.gov/beta/data-access-viewer / (accessed on 25 October 2024).

# *L'agir communicationnel au service de la construction de connaissances, mis en œuvre dans le cadre d'une démarche participative en territoires auvergnats.*

Eric AGBESSI[1]
eric.agbessi@uca.fr
Sophie RODIER[3]
sophie.rodier@uca.fr
Christine SAEZ[2]
christine.saez@uca.fr
Stéphanie BORNES[4]
stephanie.bornes@uca.fr

[1, 2, 3,4] IUT Clermont-Auvergne
[1]ComSocs, EA4647 / [3]CleRMa 3849/[4]UMRF 0545 UCA/INRAe/VetAgroSup

**Thèmes :** *Communication – Recherche – Enseignement - Territoires*

**Résumé –** *Cet article présente le concept d'Université Foraine (UFO) proposé par l'IUT Clermont Auvergne qui est établie d'un lieu à l'autre, au fil des années, par la volonté des collectivités territoriales de s'inscrire dans ce type de projet et permet de créer les conditions d'un dialogue favorisant l'ancrage de l'université au cœur de sa région tout en s'efforçant de participer au développement local. Nous montrons comment, suite à sa troisième édition, l'UFO a été déclinée dans une double stratégie de recherche ; une recherche-action en communication, transversale à l'ensemble du travail scientifique initié, permettant d'étudier la façon dont, dans l'espace public pluriel défini ci-dessous, les acteurs adoptent une stratégie commune pour faire émerger des solutions innovantes et ainsi favoriser le développement territorial. La recherche fondamentale est déclinée en trois axes interdisciplinaires complémentaires qui posent le socle de la création d'une plateforme de Recherche Transfert et Innovation (PRTI).*

**Mots-Clés –** *Développement territorial, Recherche pluridisciplinaire*

## 1. Introduction

L'Université Foraine, expression empruntée au monde de l'architecture, correspond ici à la volonté de sortir des murs de l'université et de travailler sur des territoires émergents aux yeux de l'établissement, c'est à dire avec lequel il n'a pas de liens officiels. L'Université Foraine consiste à mobiliser les forces vives de l'Université et de la collectivité ciblée, d'associer, dans le même temps, celles du territoire et de l'ensemble de l'Éducation Nationale par l'intermédiaire des lycées et collèges, en proposant de répondre à des attentes partagées tout en analysant les potentialités du bassin de vie étudié dans une perspective atemporelle.

Pierre angulaire des travaux présentés ici, l'Université Foraine est à l'origine d'une démarche participative qui s'inscrit dans le cadre de l'agir communicationnel, une théorie qui consiste à privilégier une compréhension mutuelle des interlocuteurs pour arriver à un consensus par le débat argumenté.

## 2. Contexte et problématique

Soucieuse de donner un statut pleinement universitaire à l'IUT Clermont Auvergne (CA), la direction a fait deux choix stratégiques. Le premier est de construire, à partir de l'ADN des IUT qui est de concourir au développement territorial de sa région, un projet d'implantation provisoire dans des collectivités territoriales à travers la déclinaison de son offre de formation. C'est ainsi que l'université foraine a été lancée sur des territoires émergents, c'est-à-dire dans des communautés de communes n'ayant aucun lien avec l'université pour en favoriser un développement réciproque. Le second consiste à se donner les moyens de faire une analyse scientifique du travail réalisé selon l'un des piliers de la formation que sont les SAE (Situations d'apprentissage et d'évaluation) et la professionnalisation qu'elles intègrent.

Dès lors, dans un institut dont la moitié des campus est installée dans des territoires ruraux et compte tenu du rapport de proximité qui existe entre les IUT et leurs lieux d'implantation, il semble assez pertinent de réfléchir à la façon dont peut être contrebalancée l'inégalité territoriale en travaillant selon les principes pédagogiques et de recherche qui doivent régir le fonctionnement d'un institut désireux d'affirmer sa dimension universitaire. L'axe de recherche médian consiste donc à étudier scientifiquement les inégalités territoriales tout en œuvrant pédagogiquement à leur réduction. C'est ainsi que l'on peut définir l'assise théorique de l'université foraine.

Pour ce faire, l'équipe de direction de l'IUT CA a souhaité mettre en place une politique scientifique participant à la construction de l'offre de formation ancrée dans les territoires. La création du lien social, essentiel à la structuration de ce projet, a conduit à l'instauration d'un agir communicationnel visant à instaurer un consensus pour qu'une stratégie « gagnant, gagnant » soit ainsi instaurée entre l'université et les collectivités. Les sciences humaines et sociales ont ainsi été placées au cœur de la réflexion et du lancement des premières actions.

La mise en place d'une gouvernance collective, qui redonne aux acteurs locaux la capacité d'agir, a pour ambition d'anticiper la déstabilisation de nos systèmes complexes en affirmant l'importance d'une véritable vision politique, s'appuyant sur les connaissances universitaires et ce, à l'échelle des territoires. C'est dans ce contexte et pour répondre à cette problématique qu'a été initiée et mise en place l'Université Foraine.

## 3. Méthodologie

Pour atteindre les objectifs fixés, une méthodologie a été réfléchie avec l'ensemble des partenaires du projet.

### 3.1 Pré-diagnostic

Élaboration d'une instance de co-construction des enjeux et de la problématique, composée de la direction de l'IUT CA, d'enseignants-chercheurs et d'élus des collectivités concernées. L'Université Foraine est utilisée afin de délocaliser la recherche universitaire in situ, au plus près des acteurs du territoire. C'est ici le premier jalon de la démarche participative qui permet d'identifier les axes de travail et de recherche à approfondir sur le territoire étudié.

### 3.2 Pilote

Création d'un idéal type, en produisant une boussole d'indicateurs élaborée sur la base d'une recherche documentaire exhaustive permettant d'avoir une batterie théorique solide d'une dizaine d'indicateurs à évaluer. L'évaluation porte sur la façon dont la démarche participative a été productive. Le deuxième niveau d'évaluation portera sur la capacité des chercheurs à valoriser ce travail de recherche participative.

### 3.3 Diagnostic

Analyse de l'écart entre l'existant et l'idéal. Dans cette seconde étape, notre but est de faire un diagnostic précis des pratiques des acteurs à l'heure actuelle. Ce travail vise à mesurer la distance qui existe entre les pratiques quotidiennes et l'idéal à atteindre pour faciliter le changement de pratiques des acteurs. Ce travail se fait au sein d'ateliers de co-construction d'une heure par thématique, s'étalant sur 3 journées consécutives, et doit permettre de traduire au mieux le dialogue

chercheurs/acteurs dans un ensemble de livrables (facilitations graphiques, design de recherche, diagramme de GANTT, etc.).

### 3.4 Déploiement

Comblement de l'écart par l'apprentissage. Dans cette phase, il est proposé aux acteurs un ensemble d'outils favorisant les apprentissages communs avec les acteurs de la recherche. Ce développement s'effectue en suivant les lignes directrices proposées par les différents indicateurs élaborés en phase « Pilote ». Il s'agit alors de s'appuyer sur les outils de la praxis sociale permettant de faire des expérimentations sociales le socle d'actions communes transformatrices entre chercheurs et acteurs.

### 3.5 Évaluation d'impact

Analyse de l'impact de l'apprentissage collectif. Il s'agit de terminer cette démarche d'évaluation en permettant la visualisation des différentes évolutions produites par la démarche sur 3 années. Pour le dire autrement, il s'agit de montrer comment chaque axe étudié se trouve amélioré par la démarche des chercheurs et comment la population en a pris conscience. Du côté des chercheurs, les activités de recherche déployées doivent être valorisées (diffusions, publications, appels à projets, ..).

### 3.6 Médiatisation de la démarche participative

Notre volonté consiste aussi à impliquer les élèves des écoles, collèges et lycées ; implication qui aura immanquablement un impact auprès des familles. L'implication de la cellule académique d'éducation aux médias et à l'information permettra par son réseau de web radio de faire connaître les démarches entreprises et surtout d'apprendre aux élèves la façon dont se construit et se concrétise une démarche de recherche.

## 4. Résultats

La première Université Foraine a été organisée sur le territoire de Sumène-Artense (Cantal) en juillet 2022, la deuxième en territoire Brivadois (Haute-Loire) en juillet 2023. Une édition « bilan » rassemblant des acteurs de la francophonie a eu lieu à Clermont-Ferrand en juillet 2024. L'édition 2025 est programmée dans la communauté de communes Ambert Livradois-Forez (Puy-de-Dôme) à laquelle seront associés les partenaires 2026 venus du canton d'~~Her~~ Hérisson dans l'Allier. Lors de ces rencontres, l'épine dorsale des réflexions menées a été l'importance à donner à la résilience des systèmes territoriaux, à l'image des réflexions de Bruno Latour : « *Nous découvrons plus ou moins obscurément que nous sommes tous en migration vers des territoires à redécouvrir et à réoccuper* » [1] Or, selon nous, le territoire de la résilience est un « territoire vécu », c'est-à-dire un espace combinant des réalités géographiques, des réalités socio-économiques, des réseaux d'acteurs sociaux et enfin des représentations socioculturelles. Autrement dit, un « bassin de vie » vu comme un territoire présentant une cohérence géographique, sociale, culturelle et économique, exprimant des besoins homogènes en matière d'activités et de services. Dès lors, la résilience serait avant tout celle des bassins de vie, et en cela nous rejoignons la proposition de Julien Rebotier qui définit la résilience territoriale comme « *la capacité d'un système sociospatial à récupérer d'une perturbation et à diminuer les impacts attendus lors d'une perturbation ultérieure, notamment grâce à l'apprentissage et à l'intégration du retour d'expérience dans les caractéristiques du système* » [2]. Encore plus précisément, la pandémie de la Covid-19 a mis en lumière la fragilité de nos modes de vie et elle a interrogé notre capacité à décrire et identifier quels sont « les territoires de subsistance ». La notion de « territoire de subsistance » a été popularisée par le philosophe Bruno Latour. Elle élargit notre compréhension des territoires en passant d'une définition cartographique et administrative - « *fait territoire tout ce qu'on peut localiser sur une carte en l'entourant d'un trait* » - à une définition « *éthologique : dites-moi de quoi vous vivez, et je vous dirai jusqu'où s'étend votre terrain de vie* » [3]. Le but est de dresser la « *liste des interactions avec ceux dont on dépend* », quels qu'ils soient et où qu'ils soient.

La phase de pré-diagnostic menée en 2022 nous avait permis de commencer ce travail et de faire ressortir le Bien-vivre, l'Alimentation et l'Eau comme axes prioritaires et complémentaires du système territorial résilient étudié. Cet axe a conduit à la mise en place de différents projets de recherche-action (développement d'outils prédictifs de la qualité de l'eau, 24h pour entreprendre, l'alimentation comme lien intergénérationnel, ..) impliquant des collégiens, lycéens, étudiants et chercheurs. Au fil des années, d'autres problématiques ont donné lieu au déploiement de projets dans des disciplines diverses telles que les sciences humaines et sociales, l'entrepreneuriat, l'informatique,..

### 4.1 Création d'une PRTI

Afin de mieux comprendre les interactions territoriales et ainsi apporter une aide aux transformations sociétales entrevues lors de la crise de la COVID ou à travers les changements climatiques, l'IUT CA a engagé un travail de structuration de la recherche au sein de l'institut. Il s'agit de conforter les valeurs publiques par une action concertée entre les collectivités territoriales et les services de l'état. Pour ce faire, nous cherchons à rassembler des disciplines issues des SHS et des sciences fondamentales pour relever

les défis posés par le recul des services publics et la fragilisation des territoires ruraux. Les enseignants-chercheurs sont ici invités à mettre la focale sur les valeurs fondamentales qui sont déstabilisées et ont besoin d'être protégées ou d'être revalidées en concertation avec les élus locaux et les acteurs du tissu social et économique. Ces valeurs fondamentales sont les principes essentiels et immuables qui reflètent l'identité d'un territoire : la cohésion sociale, le développement durable ou encore le patrimoine.

Différentes perspectives disciplinaires et diverses méthodes quantitatives et qualitatives sont nécessaires pour comprendre comment nous nous adaptons aux transformations sociétales et pour élaborer des solutions aux défis qu'elles posent. C'est pourquoi la PRTI interdisciplinaire « Université Foraine » (UFO) encourage la recherche interdisciplinaire et collaborative impliquant des chercheurs issus d'un large éventail de disciplines, notamment : l'informatique, la biologie, la communication, la santé, le droit, la gestion, l'économie, la linguistique, les sciences de l'éducation, l'histoire, l'histoire de l'art pour citer les premiers champs disciplinaires d'ores et déjà explorés. L'apparition de cette culture commune passe par la construction d'une interdisciplinarité focalisée qui « *consiste à établir des véritables connexions entre concepts, outils d'analyse et modes d'interprétations de différentes disciplines* » [4]

### 4.2 Définition des axes de recherche de la PRTI

Conformément à cette approche combinée, la PRTI dont l'outil premier de développement est l' UFO encourage une collaboration active avec l'industrie, les collectivités territoriales et les organisations à but non lucratif et le gouvernement. Trois axes ont été définis. Le premier consiste à travailler sur l'accompagnement des petites collectivités pour lutter contre les fractures territoriales et de travailler sur les dimensions territoriales, sociétales et économiques de la ruralité. Le deuxième axe propose de travailler sur l'innovation pour une alimentation saine et durable. *Enfin*, le dernier axe propose un travail sur le lien entre art et citoyenneté en accompagnant la présence artistique sur les territoires et en se concentrant dans un premier temps sur l'histoire des Etats-Unis et le combat pour l'égalité, faisant ainsi écho à l'histoire brivadoise de Lafayette, héros auvergnat de la révolution américaine [5].

### 4.3 Lien Recherche-enseignement

La PRTI UFO est aussi un outil pour mener des réflexions pédagogiques croisées favorisant la découverte des enseignements dispensés par d'autres chercheurs et ainsi des pratiques développées par la communauté éducative.

La PRTI UFO fait le lien entre recherche et formation selon deux axes, le premier en formation initiale et le second en formation tout au long de la vie.

Tout d'abord, la mise en œuvre de l'approche par compétences est au cœur des projets. Les différents publics estudiantins sont amenés à valider des parties de diplômes par cet intermédiaire. Ensuite, la reconnaissance de l'implication des élus locaux et acteurs des tissus sociaux économiques des territoires concernés sous la forme d'open badges *UFO* (ou UFO badges) est une façon d'accompagner la modernisation sociale éducative mise en place depuis 20 ans et dont la plus belle traduction est la validation des acquis de l'expérience. Enfin, elle permet de réinventer la relation entre les différents personnels de l'institut en favorisant l'éclosion de projets de recherche incluant des agents administratifs qui n'ont pas originellement vocation à le faire. Il s'agit là d'une nouvelle façon de penser le management par une valorisation de l'implication de l'ensemble de la communauté universitaire répartie sur un large territoire, ici à l'échelle du rectorat de Clermont-Ferrand. La volonté managériale scientifique est d'adopter un schéma évolutif et inclusif favorisant les projets menés par les chercheurs selon les principes énoncés par Frédéric Laloux [6].

## 5 Conclusion

A travers l'Université Foraine qui rassemble chaque année plus d'une centaine de chercheurs et acteurs du territoire pendant trois jours, l'IUT Clermont Auvergne a mis en place un processus de recherche interdisciplinaire au service de ses territoires. La recherche-action en communication s'est concentrée sur la dimension participative et a servi d'interface à la construction de la recherche fondamentale qui, pour sa part, se décline par la conjugaison de compétences pluridisciplinaires. Chaque axe de travail proposé ici rassemble des chercheurs de différentes disciplines. Les travaux initiés lors de l'Université Foraine de 2022 dans le Cantal se poursuivront jusqu'au printemps 2025, moment de clôture de cette première édition au cours duquel sera fait un bilan de l'ensemble des actions menées.

## Références

[1] Bruno Latour, *Où atterrir ? Comment s'orienter en politique, La Découverte, 2017*

[2] Julien Rebotier, *Quel rôle pour les institutions dans la résilience ? : Une interprétation à travers le cas de Caracas.* Construire la résilience des territoires (IRD - UCV) Valparaiso, Chili, Oct 2007.

[3] Bruno Latour, *Où suis-je ? : Leçons du confinement à l'usage des terrestres*, 2021.

[4] Patrice Charaudeau, « Pour une interdisciplinarité « focalisée » dans les sciences humaines et sociales », dans Questions de communication 2010

[5] Howard Zinn, *A People's History of the United States*, 1980

[6] Frédéric Laloux, *Reinventing organizations, vers les communautés de travail inspirées*, Diateino, 2015.

# Dire le réseau : faire réseau?
# Retour critique sur une démarche de recherche action sur la prévention et la prise en charge des pratiques addictives sur le territoire Nantes Nord.

Aurélia Lamy[1*] aurelia.lamy@univ-lille.fr
Eric Kergosien[2] eric.kergosien@univ-lille.fr
Céline Matuszak[2] celine.matuszak@univ-lille.fr

[1] IUT de Lille, département Information-Communication
Laboratoire GERIICO

[2] Laboratoire GERIICO

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Communication*

**Résumé –** *La communication des organisations est un enseignement ressource important en première année de BUT Information-communication option communication des organisations. Pour aider les étudiants à comprendre les enjeux de la mise en œuvre d'outils de communication dans le cadre de pratiques collaboratives au sein du secteur médico-social, la recherche-action TERECA (Territoire, Réseau, Conduites addictives) menée en collaboration avec OPPELIA à Nantes constitue un objet d'analyse pertinent. Cet article présente les modalités et enjeux de la recherche action sur l'identification du réseau d'acteurs de la prévention et de la prise en charge des conduites addictives sur le territoire Nantes Nord, de la phase de diagnostic - caractérisée par la passation de plus de 40 entretiens, à la phase d'actions où sont envisagés la mise en œuvre d'une communauté de pratiques et d'outils favorisant le travail collaboratif sur le territoire.*

**Mots-Clés –** *Conduites addictives, Réseau, Pratiques collaboratives, Communication des organisations, secteur médico-social*

**Section(s) CNU pour cet article –** *71ème section.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –***NON*

## 1 Transférabilité de la recherche dans le cadre des enseignements de BUT Information-Communication / Communication des organisations

Cette communication relate un projet de recherche-action mené dans le cadre de nos activités de recherche au sein du laboratoire GERIICO de l'université de Lille. Ce projet de recherche répond aux objectifs du cours de communication des organisations en ce qu'il permet d'amener les étudiants à « analyser la situation de communication » et « proposer des outils d'information et de communication pertinents au regard du contexte et des objectifs de la communication ». Il permet par ailleurs d'appréhender les enjeux de la communication dans le secteur médico-social que ce soit en interne aux acteurs impliqués que vis-à-vis des habitants du territoire. Enfin, il permet de penser la mise en œuvre d'outils de communication pour des publics spécifiques avec des objectifs différenciés, dans un contexte où la communication participe à la réflexion sur la mise en action des politiques publiques relatives aux conduites addictives sur un territoire donné.

## 2 Introduction au projet TERECA

Fin 2019, nous avons été sollicités par OPPELIA Le Triangle, association nantaise de prévention et de lutte contre les addictions, afin de mettre en œuvre notre expertise en matière de visualisation de réseau d'acteurs sur un territoire spécifique et de compréhension des dynamiques interpersonnelles et interinstitutionnelles dans le cadre d'actions de prévention et d'accompagnement. La demande initiale résidait dans une réflexion à mener sur la mise en lien d'acteurs de la prévention et de la lutte contre les pratiques addictives sur le territoire Nantes Nord. Ce territoire nécessitait une attention particulière tant les pratiques addictives liées à l'alcool, à la drogue mais également au jeu, à l'adrénaline (rodéos nocturnes notamment) étaient visibles dans l'espace public – cette visibilité s'étant renforcée en période de crise sanitaire[1].

A cet effet, en 2019, un groupe de travail réunissant des acteurs associatifs et institutionnels œuvrant sur le territoire a été initié. Il était constitué d'une association Oppelia-Le Triangle à l'initiative et des services de la ville de Nantes. Cette démarche collaborative au cœur du dispositif de recherche-action a donné naissance au comité de suivi dont nous sommes membres permanents depuis 2020. Dans ce cadre, la recherche s'est effectuée en deux phases distinctes : une phase de diagnostic (terminée en décembre 2023) et une phase "d'action" (débutée en janvier 2024)[2].

Cette communication propose un retour critique sur la démarche de recherche-action dans son ensemble. Elle interroge les modalités d'identification, de mise en visibilité des acteurs et son rôle dans la constitution et l'animation du réseau. Si la constitution des réseaux de santé est un enjeu majeur des politiques publiques[3], la nécessité de le faire vivre correspond à des besoins exprimés par les acteurs de terrain et un dépassement de la simple logique d'injonction à une véritable mise en œuvre proposant des modalités concrètes de travail en commun. La construction d'une communauté de pratiques associée à un modèle de gouvernance interinstitutionnel en serait une. Ainsi, nous présenterons dans un premier temps les outils qui ont permis d'identifier le réseau puis nous appuierons sur cette identification pour proposer de nouvelles modalités de travail reposant sur les principes de la communauté de pratiques (Wenger, 1998).

## 3 Un outil au service de l'identification du réseau : la cartographie

La phase de diagnostic avait pour objectif d'identifier les acteurs (et leurs actions) œuvrant de près ou de loin sur la question de la prévention et/ou de la prise en charge des conduites addictives sur le territoire Nantes Nord. Nous avons œuvré sur deux modalités complémentaires. Tout d'abord un premier recueil de données qualitatives permis par les entretiens semi-directifs menés depuis 2020 (41 au total). Ces entretiens ont permis d'identifier non seulement les actions engagées sur le territoire mais également les partenariats existants. Ils nous ont surtout permis de recueillir des données afin d'alimenter la base à la source de la cartographie proposée dans la phase finale du diagnostic.

En ce qui concerne la représentation, les graphes se sont imposés comme la forme de visualisation classique pour représenter les liens entre acteurs. La topologie des réseaux construits en s'appuyant sur les données collectées pendant les entretiens a ensuite pu être visualisée à l'aide de logiciels de manipulation de graphes tels que Gephi. Les cartographies ainsi produites sont à penser comme des outils d'identification des personnes ressources sur le territoire et pourraient se présenter comme un annuaire spatial des acteurs. Elles pourraient

[1] « Une année à la Boissière : du trafic sur les bancs publics », Article de Médiacités du 16/09/2021

[2] Dans ce cadre nous avons engagé une ingénieure de recherche, Ana Carla ROCHA DE OLIVEIRA, durant 2 ans qui a accompagné le développement du projet sur le territoire.

[3] Les réseaux de santé, article sur le site du ministère de la santé, Les réseaux de santé - Ministère du travail, de la santé et des solidarités (sante.gouv.fr) consulté la dernière fois le 11 juin 2024.

être également utilisées comme un outil d'aide à la décision. Ainsi, cet outil, à la base construit pour identifier le réseau, pourrait aider à structurer et à mieux coordonner les actions (Kergosien et al., 2023 ; Lamy et al., 2023).

Outre le recueil de données, les entretiens ont permis de mettre à jour les collaborations et manières de travailler ensemble. Même si l'interpersonnel (souvent à l'oral) semble être une norme de communication à conserver, produire des outils notamment écrits de partage d'informations (newsletter par exemple) permettrait de laisser des traces des échanges et pérenniser des modes de collaborations bien au-delà des individus qui composent ce réseau.

## 4 Au-delà de l'identification, la nécessité de « faire vivre » le réseau

Les difficultés de création et de fonctionnement d'un réseau se structurent autour d'enjeux déjà bien identifiés dans la littérature scientifique (Neyrand, 2004 : 114). En premier lieu, cela concerne des divergences de positionnements institutionnels et personnels. Les logiques de fonctionnement interne de chaque institution participante sont repérées comme des freins dans l'élaboration de règles communes de travail du réseau. Enfin, la coordination pluripartenariale reste un défi dans des cadres organisationnels très mouvants et soumis aux politiques publiques. Devant ces constats, confirmés par l'analyse des entretiens, les préconisations issues du diagnostic ont fait émerger des besoins d'activation et d'animation du réseau.

Si le carnet Hypothèses TERECA, initié dans la phase de diagnostic, doit être pérennisé pour permettre une mise en visibilité des acteurs et des événements relatifs à la question des conduites addictives sur le territoire Nantes Nord mais également au national, nous avons relevé une demande forte de mise en commun des informations. Cette mise en commun pourrait être assurée par la création d'une newsletter qui ferait office de fil rouge permettant la mise en visibilité des actions menées sur le territoire. Nous faisons l'hypothèse que cette mise en visibilité participe de la dynamique créée sur le territoire et de la reconnaissance des actions menées (Honneth, 1992). Cette reconnaissance inciterait les pouvoirs publics et les financeurs à légitimer ce type d'instance.

Par ailleurs, des objectifs opérationnels comme l'actualisation des connaissances sur les principales problématiques rencontrées, ainsi que la mise en place d'une analyse de pratiques et le partage de compétences entre professionnels pourraient être envisagés dans ce cadre. L'installation d'une véritable communauté de pratiques est donc ici l'enjeu. Cette communauté de pratique pourrait à terme favoriser l'apprentissage continu, le partage de connaissances et d'expériences entre professionnels[4]. Ces communautés permettent également de développer des approches communes des pratiques addictives, ce qui est essentiel dans un domaine aussi complexe et évolutif. Plusieurs temps de travail sont organisés dans ce nouveau cadre.

## 5 Conclusion

Faire réseau est un concept performatif. Nous l'avons vu, le travail de mise en visibilité des acteurs sur la thématique a contribué, par l'identification, à la construction du réseau, mais également à faire émerger de nouvelles attentes des acteurs de terrains. Dans cette seconde phase de pérennisation des activités menées, nous avons compris que cette dimension à elle seule ne suffisait pas à rendre opérationnelle la dynamique sur le territoire. La posture des chercheurs dans ce cadre s'est ainsi construite autour de deux orientations : accompagner et rencontrer les acteurs, adopter un regard critique distancié en s'appuyant sur des savoirs existants sur les politiques publiques et les processus organisationnels des réseaux de santé. Les questionnements scientifiques autour de la posture trouvent des réponses dans un cadre scientifique renouvelé, celui du transfert de connaissances. Il s'agit maintenant de lui donner vie dans un environnement complexe, soumis à des orientations politiques majeures mettant également en question les modes de financement de ces innovations.

## Références


[1] Honneth A., La lutte pour la reconnaissance [1992], Paris, Cerf, 2000.

[2] Kergosien E., Lamy A., Matuszak C., De Oliveira A-C, « Cartographier un réseau de santé autour de l'addiction : collecte, exploitation des données et approche critique de l'outil », Communication lors du Congrès de la SFSIC, 2023.

[3] Lamy A., Matuszak C., Kergosien E., *Interroger les pratiques collaboratives pour accompagner les conduites addictives. Les enjeux de la mise en réseau d'acteurs sur le territoire Nantes Nord*, Communication & Organisation, 2023, n° 63, p. 189-201.

[4] Neyrand G., « La dynamique d'un réseau de prévention psychique précoce. Résistances et perspectives », in *Revue française des affaires sociales*, DREES Ministère de la Santé, 2004, 103-125.

[5] Wenger E., *Communities of Practice, Learning, Meaning, and Identity*, Cambridge University Press, 1998.


[4] Le communiqué de presse du 25 janvier 2023 de l'HAS va dans ce sens : « Addictions : des recommandations pour outiller les professionnels des structures sociales et médico-sociales ».

# Candidature stratégique lors d'élections : sensibilité des règles de vote à score

Jérôme Serais[1]

jerome.serais@unicaen.fr

[1] IUT GON Pole de Caen
Laboratoire CREM UMR 6211

**Thèmes –** *Économie section CNU 05*

**Résumé –** *Dans le cadre d'une élection, certains participants (électeurs ou candidats) peuvent ne pas être satisfaits par le résultat obtenu. Dans ce cas, on peut s'intéresser à ce qui est communément appelé "adopter un comportement stratégique", c.a.d. agir de telle manière que le résultat soit meilleur du point de vue de ceux qui manipulent. Dans cet article, on se concentre sur la candidature stratégique et plus précisément le cas où un candidat se retire pour faire gagner le candidat qu'il préfère, comme l'on peut observer lors de primaires. Nous montrons qu'il existe une corrélation entre l'incitation pour un candidat à se retirer et le fait que le vainqueur soit un Vainqueur de Condorcet, ou Vainqueur de Condorcet fort.*

**Mots-clés –** *Candidature stratégique, règles à score, cycle, efficacité de Condorcet.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

# 1 Introduction

L'étude du comportement stratégique dans le cadre d'une élection s'est énormément développée depuis le théorème de Gibbard-Satterthwaite [1], [2] qui montrait que toute règle de vote était sensible à la manipulation des votants. De leurs travaux ont découlé une énorme littérature avec deux thématiques majeures. La première est de déterminer le ou les domaines où les règles de votes ne seraient pas manipulables. Des auteurs tels que Barbera [3] démontrent que certaines règles de vote ne sont plus manipulables sur des domaines restreints. La seconde est de partir du principe que les règles de vote étant toutes manipulables sur le domaine universel, il faut donc les comparer en fonction de leur plus ou moins grande résistance à ce type de manipulation (Kelly [4]). Tout comme les votants, les candidats sont dotés de préférences sur l'ensemble de choix, et peuvent ne pas être satisfaits du résultat final dans le cas où ils ne seraient pas élus. Ces derniers sont alors susceptibles d'agir afin de modifier le classement final et ainsi obtenir un choix collectif plus favorable. L'intérêt porté à ce comportement prend sa source dans les travaux de Majumdar [5] et Dutta et Pattanaik [6] dans le cas d'individus de type planificateurs qui déterminent les candidats qui seront en lice lors d'un vote. Osborne et Slivinski [7] ainsi que Besley et Coate [8] analysent une société composée d'individus dont certains, appelés *citoyen-candidat*, vont décider de se porter candidat à une élection. Ils démontrent qu'il existe des situations où un candidat se présente uniquement dans le but d'influencer le résultat final sans aucune chance de gagner. Dutta, Jackson et Le Breton [9] quant à eux démontrent qu'aucune procédure de vote, n'est insensible aux candidats stratégiques. Sachant que toute règle de vote est manipulable lorsque l'on souhaite choisir un seul candidat, il semble utile de savoir s'il existe des domaines restreints où certaines règles ne souffriraient pas de ce défaut. Berg et Lepelley [10] se sont intéressés à l'existence de manipulation de la part de votants en présence de cycle [1] et considèrent ces cycles non pas comme une conséquence mais bien comme une cause de manipulation. On peut se poser la question du lien entre la manipulation par candidature stratégique et la restriction de domaine excluant la possibilité d'un cycle.

# 2 Notations

L'ensemble des individus qui choisira parmi l'ensemble $A = \{a_1, \ldots, a_m\}$ des candidats est $I = \{1, \ldots, n\}$. Nous supposons que les ensembles de votants et de candidats sont distincts. Les candidats, tout comme les votants, ont des préférences sur les candidats. $P_{a_i}$ est la préférence individuelle du candidat $a_i$ sur l'ensemble $A$. Chaque candidat se préfère aux autres candidats et se classe donc en premier dans son ordre de préférence. Les individus, votants ou candidats, ont des préférences de type ordre linéaire [2] Nous restreignons l'ensemble des ordres linéaires $P(X)$ à $P_{a_i}(A)$ avec $P_{a_i}(A) = \{a_i \in A, \forall a_k \in A \, et \, a_i \neq a_k : a_i P_{a_i} a_k\}$. Nous supposerons que le candidat sortant préfère toujours un autre candidat que le vainqueur. Une *situation de vote* est un vecteur $\tilde{n} = (n_1, n_2, \ldots, n_{m!})$, avec $n_t$ le nombre de votants de type $t$ et $\sum_{t=1}^{m!} n_t = n$, donne la distribution des $n$ votants sur les $m!$ types de préférences possibles. $\tilde{n}_{-x}$ la situation de vote qui représente les préférences individuelles des votants sur l'ensemble $A \setminus \{x\}$ et $VS^n$ est l'ensemble de toutes les situations de vote possibles. Nous nous intéressons aux règles de vote à score (RS). Elles accordent un certain nombre de points aux candidats en fonction de leur position dans les préférences individuelles des votants. Le vainqueur sera celui qui a obtenu le plus de points.

Nous utiliserons le vecteur de score $w = (w_1, w_2, \ldots, w_m)$ associé à chaque règle de vote avec $w_1 = 1 \geq w_2 \geq \ldots \geq w_m = 0$. Nous comparons les RS suivantes : la Pluralité ($w_P$) avec $w_2 = \ldots = w_m = 0$, l'Antipluralité ($w_{AP}$) avec $w_2 = \ldots = w_{m-1} = 1$ et la règle de Borda ($w_B$) avec $w_1 = m-1, \ldots, w_j = m-j, \ldots, w_m = 0$. Ces RS peuvent être appliquées lors d'élection à deux tours. On parle de règles à score run off (RSR) [3]. Le score du candidat $a_j$ sera noté $S(a_j, h, \tilde{n})$ pour la situation de vote $\tilde{n}$ et la règle de vote $h$. Pour un ensemble de candidats $A$, une Fonction de Choix Social (FCS) est une application $h$ qui attribue à chaque situation de vote un unique candidat : $h : \cup_{i=1}^{n} VS^n \rightarrow x \in A$. $W(h, \tilde{n})$ est l'ensemble contenant le vainqueur $a_j \in W(h, \tilde{n}) \, si \, S(a_j, h, \tilde{n}) \geq S(a_k, h, \tilde{n}) \forall a_j \neq a_k$. Une règle de vote $h$ est dite sensible à la candidature stratégique par retrait (CSR) s'il existe un candidat $a_j \in A$ tel que $W(h, \tilde{n}_{-a_j}) P_{a_j} W(h, \tilde{n})$. $F_{CSR}$ est l'ensemble des situations de vote où $h$ est sensible à la CSR. Une règle de vote $h$ est dite fortement stable si pour tout candidat $a_j \notin W(h, \tilde{n})$ tel que $W(h, \tilde{n}_{-a_j}) = W(h, \tilde{n})$.(Ndiaye [11])

# 3 Domaines et vulnérabilité à la CSR

On peut remarquer que le cas à 3 candidat est spécifique. En fait, un perdant aura intérêt à se retirer uniquement si l'autre perdant peut gagner en duel majoritaire contre le vainqueur. Cela implique que si le candidat choisi est un Vainqueur de Condorcet (VC) [4] alors aucun candidat ne se retirera. Cette manipulation ne peut apparaitre que sur un domaine restreint où le vainqueur n'est pas un VC. Cela implique, soit la non existence d'un VC et donc l'existence d'un cycle comme nous n'avons que 3 candidats, soit

1. Un cycle est un résultat intransitif du type $a_1$ préféré à $a_2$, $a_2$ préféré à $a_3$ et $a_3$ préféré à $a_1$.

2. Les individus sont capable de classer toutes les options sans être indifférents entre plusieurs d'entre elles.

3. Au premier tour, le candidat avec le moins de points est éliminé et au deuxième tour, les deux candidats restants sont opposés en duel majoritaire.

4. Un Vainqueur de Condorcet est un candidat qui bat tous les autres candidats en duel majoritaire.

l'existence d'un VC mais non vainqueur avec la RS. En effet, il arrive qu'une RS ne choisissent pas toujours le VC. On peut se référer aux résultats de Gehrlein et Lepeley [10] sur l'efficacité de Condorcet [5] des RS. En outre, certaines RS telles que la Pluralité ou l'Antipluralité peuvent choisir le Perdant de Condorcet (PC) [6] quand il existe. Dans ce cas, les deux perdants peuvent le battre en duel majoritaire. Soit les deux perdants négocient afin de savoir qui se retire (Hypothèse H1), soit ils n'arrivent pas à s'entendre et décident de rester pensant battre le PC (Hypothèse H2). H2 peut sembler une hypothèse forte mais on peut considérer que l'information qu'ont les candidats comporte une certaine incertitude. Avec l'hypothèse H2 il n'y a pas de CSR comme chaque candidat se maintient en lice et avec H1 il y a CSR sachant qu'après négociation un candidat se retirera. H1 ou H2 se réalise lorsqu'il existe un PC. La règle de Borda et les RSR (par définition) ne choisissent jamais un PC. Notons $F_{VC^-}$ l'ensemble des situations de vote où le VC n'est pas élu quand il existe et $F_{PC^+}$ l'ensemble des situations de vote où le PC est élu quand il existe.

**Proposition 1** *Avec $m = 3$, une situation de vote ñ appartient à l'ensemble $F_{CSR}$ ssi :*
*sous H1 : ñ appartient à l'ensemble $F_{cycle}$ ou $F_{VC^-}$*
*sous H2 : ñ appartient à l'ensemble $F_{cycle}$ou $F_{VC^-}$ ou n'appartient pas à l'ensemble $F_{PC^+}$*

$Pr_h^{CSR}$ est la probabilité que la RS $h$ est sensible à la CSR, $Pr_h^{VC^-}$ la probabilité que la RS $h$ ne choisissent pas le VC quand il existe et $Pr_h^{PC^+}$ la probabilité que la RS $h$ choisissent le PC quand il existe.

**Proposition 2** *Pour $m = 3$, et pour toute situation de vote ñ, la probabilité sous IAC d'une RS à la CSR est :*
*pour H1 : $Pr_h^{CSR} = Pr(cycle) + Pr_h^{VC^-}$*
*et pour H2 : $Pr_h^{CSR} = Pr(cycle) + Pr_h^{VC^-} - Pr_h^{PC^+}$*

Nos résultats sont cohérents avec ceux de Gehrlein et Lepeley [12] Ndiaye [11] et les complètent.

Avec plus de 3 candidats, le fait d'avoir un VC ne garantit pas d'être non manipulable. On peut se concentrer le Vainqueur de Condorcet Fort (VCF) [7] lorsqu'il existe. Lepelley et Merlin [14] ont montré que la Pluralité choisissait toujours le VCF quelque soit $m$. Cette règle est donc fortement stable s'il existe un VCF quelque soit $m$. Par contre, cela n'est pas vérifié pour l'antipluralité et Borda [8].

5. L'efficacité de Condorcet est la capacité pour une règle de vote de choisir le VC quand il existe.

6. Un Perdant de Condorcet est un candidat qui est battu par tous les autres candidats en duel majoritaire.

7. Un Vainqueur de Condorcet Fort est un candidat qui est classé premier par plus de la moitié des votants(Richelson [13]).

8. Les exemples pourront être fournis au lecteur sur demande

## 4 Conclusion

Nos résultats montrent que la CSR est fortement liée à l'existence de cycle et que les règles de vote ne satisfaisant pas l'efficacité de Condorcet sont plus sensibles à la manipulation. Par conséquent, le fait d'avoir une élection à plusieurs tours minimise l'intérêt pour une candidat de se retirer de l'élection. Parmi les RS la règle de Borda semble plus résistante. Il faudra approfondir ces recherches dans le cadre de plus de 3 candidats et considérer des candidats étant positionnés sur un axe droite-gauche. Il serait intéressant d'obtenir des données extraites d'élections afin de voir si ce genre de situation apparait. On peut citer un exemple lors des primaires organisées par le RPR en 2000 pour l'élection de maire de Paris. Ballladur s'était retiré au profit de Seguin qui avait été choisi même si lors de son retrait Balladur n'avait pas exprimé clairement de consignes de vote.

## 5 Références


[1] Gibbard A.F., Manipulation of voting schemes : a general result, Econometrica, 41, 587-601(1973).

[2] Satterthwaite M.A., Strategyproofness and Arrow's conditions : existence and cor-respondences for voting procedures and social welfare functions, Journal of Economic Theory, 10, 187-217(1975).

[3] Barbera S. and Peleg B., Strategyproof Voting Schemes with Continuous Preferences, Social Choice and Welfare 7, 31-38, (1990).

[4] Kelly J.S., Almost All Social Choice Rules Are Highly Manipulable But a Few Aren't, Social Choice and Welfare, 10, 161-175 (1993).

[5] Majumdar P., Choice and revealed preference, Econometrica, 24, 71-73 (1956).

[6] Dutta B. and Pattanaik P.K., On strategic manipulation of issues in group decision, Strategy and group choice. Economica, Amsterdam (1978).

[7] Osborne M.J. and Slivinski A., A model of political competition with citizen-candidates, Quarterly Journal of Economics, 111, 65-96 (1996).

[8] Besley T. and Coate S., An economic model of representative democracy, Quarterly Journal of Economics, 112, 85-114(1997).

[9] Dutta B. and Jackson M.O.and Le Breton M., Strategic candidacy and voting procedures, Econometrica, 69, 1013-1037 (2001).

[10] Berg S. et Lepelley D., Voting cycles,Plurality rule and strategic manipulation, Annals of Operations Research, 23, 247-256 (1990).

[11] Ndiaye A.A., Forte stabilité et vainqueur de Condorcet, Revue d'Economie Politique, 123, 793-808 (2013).

[12] Gehrlein W.V. and Lepelley D., Voting paradoxes and group coherence. Springer, Berlin (2011).

# L'*empowerment* du consommateur : marchés modernes vs marchés traditionnels

Camal Gallouj[1*] Marie Helene Vigliano[1] Lilia Smaoui[1]
Camal.gallouj@univ-paris13.fr mariehelene.vigliano@univ-paris13.fr liliasmaoui@yahoo.fr

[1] IUT de Saint Denis
Laboratoire CEPN-CNRS

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Économie - Gestion -*

**Résumé –** *La problématique de l'empowerment est devenue incontournable dans les travaux de sciences de gestion et en particulier en marketing dans le cadre des relations d'échanges marchands ou non marchands. Pour incontournable qu'elle soit, cette notion d'empowerment est cependant loin d'être stabilisée et il est encore aujourd'hui difficile d'en cerner les contours. La définition même de l'empowerment n'est pas spécialement évidente et les difficultés sont amplifiées dès lors que l'on tente de l'appliquer à un secteur particulier comme celui du retailing. L'empowerment s'apparente plus à un mix de travail et d'implication accrue du consommateur qu'à un véritable libre arbitre accru. Mais plus encore, une analyse du cas des pays émergents amène à reconsidérer et à questionner fortement le sens de cette notion.*

**Mots-Clés –** : *empowerment, pays émergents, disempowerment*

**Section(s) CNU pour cet article –** *05, 06*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –***NON*

## 1 Introduction

Depuis de nombreuses années, les travaux de recherche en marketing ont fait état d'une très nette montée des compétences du consommateur et partant de ses exigences. Du fait d'une élévation de son niveau d'instruction et d'un accès accru à l'information, le client ne serait plus un acteur passif de l'organisation mais bien plutôt un acteur de premier plan, actif à tous les niveaux. Les spécialistes du marketing parlent ainsi d'un phénomène généralisé d'empowerment du consommateur. Pour autant, cette notion apparaît largement discutable lorsqu'on se situe sur le terrain des pays émergents.

## 2 Quelle définition ?

L'empowerment du consommateur renvoie au renforcement du pouvoir de ce dernier ; autrement dit à une élévation de ses compétences et capacités de réflexion, de décision et d'action en matière d'achat et de consommation. Cet empowerment traduit une véritable « prise de pouvoir » par le consommateur qui serait régulièrement coproducteur, cocréateur et plus précisement partie intégrante du processus de création de valeur, capable d'intervenir aux différentes étapes de la chaîne de valeur et de la prestation commerciale.

Philippe Moati [1] écrira sur ce point : « l'élévation du niveau d'instruction augmente la capacité du consommateur à collecter et à interpréter l'information, à gérer un budget, à planifier des achats, à calculer des remises et des "coûts complets", à évaluer, à comparer les chiffres ». On assiste ainsi à un phénomène grandissant de maturation, de professionnalisation de l'activité de consommation et, dans ces conditions, le consommateur manifeste des exigences croissantes vis-à-vis des offres qui lui sont proposées… le consommateur devient plus avisé, plus critique et plus à même de comparer et d'arbitrer entre les différentes propositions qui lui sont faites ».

A ce niveau il convient aussi de s'interroger sur les sources et origines de l'empowerment. Du point de vue du consommateur, l'empowerment est-il de nature intrinsèque ou plutôt extrinsèque ? L'origine intrinsèque renvoie aux situations où le consommateur prendrait le pouvoir par lui-même. Son niveau d'expertise s'étant fortement élevé au cours du temps, il acquiert plus de contrôle et plus de maitrise (logique *Bottom up*). Il s'appuie de plus en plus sur sa propre formation, son expérience, ses réseaux et bien entendu sur toute une panoplie de services digitaux. Plus encore il s'inscrirait dans une démarche continue visant à accroître son niveau d'information sur les produits, les services, les formats... Il maitrise par conséquent ses activités de marchandisage et ses relations au retail et à ses offres.

Il n'en demeure pas moins que les travaux en marketing avancent que l'empowerment relèverait bien plutôt d'une logique extrinsèque. Il trouverait ainsi sa source dans une stratégie délibérée des entreprises et organisations commerciales qui chercheraient, dans le cadre d'un intérêt bien compris, à renforcer les capacités d'action et le pouvoir du consommateur (logique *top down*).

On notera cependant que certains travaux invitent à repenser ou à dépasser l'opposition entre processus ascendant et processus descendant en considérant par exemple que, même dans une logique *Bottom up*, l'enjeu pour les organisations est de faire face à l'empowerment (des intervenants) afin d'en tirer parti ; autrement dit de le contourner quand c'est possible (*cf.* Oliveri [2]).

## 3 La singularité des marchés traditionnels

Le concept d'empowerment a été très tôt transféré aux pays émergents et en développement selon une logique assimilatrice.

### 3.1. Modernisation commerciale et empowerment

La diffusion rapide de la grande distribution moderne dans ces pays émergents a été vue comme le moyen d'empowerer la nouvelle classe moyenne (*cf.* travaux de Godefroit Winkel et Penaloza [3] qui mettent en évidence une autonomisation et une professionnalisation des femmes dans leur « *patronage* » de la grande distribution moderne). Les travaux en question considèrent l'implantation de formats commerciaux modernes qui va favoriser la montée des compétences des consommateurs (ou consommatrices) locaux.

### 3.2. Marchés traditionnels vs marches modernes

On peut cependant s'interroger sur la signification réelle de cette notion d'*empowerment* dans un environnement où l'accès à l'information est, toute proportion gardée, une donnée le plus souvent acquise. En effet, sur la plupart des marchés occidentaux (modernes), l'accès à l'information sur les produits est facilité et souvent direct. Le consommateur peut, en visitant quelques sites en ligne choisis, connaître les caractéristiques des produits ainsi que leur prix. Il peut également s'appuyer sur les avis et *posts* des autres consommateurs…

C'est bien dans ce sens que Elias Canetti [4], prix Nobel de littérature écrira : « *dans un pays où il existe une morale des prix, là où règnent les prix fermes, ce n'est aucunement un art d'acheter. Le premier imbécile venu trouve ce dont il a besoin ; il lui suffit de savoir lire les chiffres et il parvient à ne pas se faire escroquer* ».

### 3.3. Les asymétries informationnelles aux sources de l'empowerment

Pour autant, dans les marchés traditionnels, les situations d'achat sont beaucoup plus complexes, l'acheteur n'ayant au final que très peu d'informations tant sur les qualités des produits que sur les prix. Nos investigations dans le cas du commerce traditionnel, et en particulier dans les souks (mais également les épiceries) des pays du Maghreb, montrent par exemple que l'accès à l'information libre, fiable et gratuite n'est en aucun cas

assurée. L'information principale, celle sur les prix est même inexistante le plus souvent. Il revient donc au consommateur d'aller la chercher, de la construire même de toute pièce. On observe donc que si d'un côté l'information est disponible et ne nécessite aucun effort (ou un effort très modique), de l'autre, le consommateur et ses compétences sont mobilisés en première ligne pour « *coper* » avec les situations d'échange… Il est même souvent amené à produire des compétences et connaissances nouvelles pour faire face à des situations d'achat elles-mêmes nouvelles. Comme le précis une de nos interlocutrices : « *quand je vais au supermarché pour acheter par exemple des fruits et légumes, c'est écrit les pêches 20 dirhams le kilo… Je ne réfléchis pas, je les prends. Je suppose que c'est le bon prix. Quand je suis au marché, je regarde plus, je compare, je vais voir un commerçant, puis un autre et à la fin je sais quel est le bon prix et aussi le bon produit… peut-être parce que je me méfie plus, je réfléchis plus, je discute, je marchande fort et je suis sûre que je me fais rarement rouler… et bon, il faut aussi que le commerçant gagne sa vie* » (Mina, 48 ans, sans profession). Autrement dit, on peut retenir ici que c'est sur les marchés traditionnels bien plus que dans la distribution moderne que le consommateur déploie réellement ses compétences et son expertise en tant que telles ! (*cf.* Gallouj, [5])

Sur les marchés traditionnels, la question du prix se pose avec acuité au consommateur. Ce prix n'est jamais fixe. Il est variable selon le moment de la journée (l'état de la fréquentation et de la trésorerie), la quantité de bien qui reste, et surtout selon l'impression et l'image que donne à voir le consommateur (son accoutrement, ses postures, son accent), son degré d'exigence, son statut apparent et son consentement perçu à payer…

Ces marchés traditionnels, du fait de l'incertitude sur les prix deviennent par excellence des lieux du marchandage… mais également par extension des lieux d'apprentissage et d'affinement de l'acte (tactiques et stratégies) d'achat ; des lieux où avec le temps et l'expérience accumulée, les acheteurs avertis peuvent exercer tout leur art. Il est d'ailleurs tout à fait symptomatique que le terme *ch'tara* (marchandage) ou *Ajatar* s'applique à l'individu passé maître dans la pratique, fait bien référence à son caractère à la fois malin et subtil ; autrement dit, quelqu'un de rusé à qui « *on ne la fait pas* ». Deborah Kapchan [6] relève que « *l'acte de* Ch'tara *contient l'injonction stratégique d'être talentueux et adroit dans le processus de division sociale des biens* ». Plus encore l'empowerment du souk autrement dit du traditionnel apparaît garant d'une certaine inclusion puisque même le consommateur illettré peut y jouer un rôle actif (ce qui ne sera plus le cas dans le commerce moderne).

Ainsi, on peut émettre l'hypothèse que ce sont plutôt les environnements incertains caractérisés par de fortes asymétries informationnelles et de fortes probabilités de se tromper et d'être trompé qui favorisent le plus l'*empowerment* du consommateur. La fréquentation régulière des souks, les négociations récurrentes, l'observation des comportements des uns et des autres sont autant d'éléments qui contribuent à forger l'expertise des acheteurs et l'inclination vers le marchandage en tant qu'expérience à part entière… à accroître leurs compétences à la fois sur les caractéristiques du produit et sur le processus de négociation… toutes ces dimensions centrales de l'*empowerment* du consommateur qui ont quasiment disparu dans le cadre de la distribution moderne.

### 4. Empowerment du traditionnel, disempowerment du moderne

À partir de là, on peut raisonnablement défendre la thèse selon laquelle, contrairement à ce que l'on retrouve régulièrement dans les travaux et recherches en comportement du consommateur, la domination progressive de la distribution moderne et l'accès de tous et toutes à l'information n'ont pas nécessairement conduit à l'*empowerment* du consommateur. Bien au contraire, on pourrait même dire que d'une certaine manière ce mouvement a plutôt conduit à un appauvrissement du pouvoir réel du consommateur dans l'acte d'échange dans la mesure où il est amené à subir la fixation des conditions de vente par l'enseigne (prix fixes, qualités standard, impossibilité de constituer son propre panier de choix) sans réelle possibilité d'action… L'idée que le consommateur aurait pris le pouvoir dans le cadre de la distribution moderne pourrait donc n'être qu'une vue de l'esprit.

### *Encadré méthodologique*

Ce travail s'appuie sur une longe enquête de terrain (plus d'une centaine d'entretiens) menée au Maroc auprès des acteurs du commerce moderne et traditionnel. Cette enquête a débouché sur la production de 5 ouvrages traitant chacun d'une facette particulière du commerce.

*Financement: HEC Rabat Business School.*

## Références

[1] Moati P. L'avenir de la grande distribution, paris, Odile Jacob, 2001.

[2] Oliveri, N., Tuillier, M. Mesrobian, E., L'internaute reprend le pouvoir : les nouveaux défis de la communication digitale, 2019.

[3] Godefroit Winkel, D., Penaloza, L., Women's Empowerment at the Moroccan Supermarket: An Ethnographic Account of Achieved Capabilities and Altered Social Relations in an Emerging Retail Servicescape, Journal of Macromarketing, 40(4), 492-509, 2020.

[4] Canetti, E., Die stimen von Marrakech, Karl Hauser Verlag, 1967.

[5] Gallouj, C., Grande distribution alimentaire au Maroc : acteurs et stratégies, Paris, L'harmattan, 2022.

[6] Kapchan, D., *Gender on the Market. Morrocan Women and the Revoicing of Tradition*, Philadelphia, University of Pennsylvania Press, 1996.

# L'étude d'une Entreprise à Mission dans le secteur de l'habitat social : déployer la raison d'être, une étude de cas dans les Alpes de Haute Provence

Béatrice Chauvin*
beatrice.chauvin@univ-amu.fr

[1] IUT d'Aix- Marseille
Laboratoire du LEST

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thème –** *Gestion*

***Résumé –*** *La crise de 2008 a révélé les dérives de la gouvernance d'entreprise, suscitant un courant en faveur d'une Responsabilité Sociétale et Environnementale (RSE) accrue des entreprises. En France, la loi Pacte de 2019 introduit la notion d'entreprise à mission, autorisant les sociétés à inscrire dans leurs statuts une mission sociale et environnementale, et à constituer un comité de mission pour en superviser l'application. Notre recherche étudie comment Habitation Haute Provence (H2P), acteur de l'habitat social, met en œuvre cette mission en s'adaptant aux besoins spécifiques de son territoire. À travers une observation au sein de son comité de mission, l'étude vise à mesurer l'engagement des parties prenantes et les effets concrets de la mission. Elle pose aussi des questions éthiques sur le rôle du chercheur impliqué, tout en évaluant l'impact de cette démarche face aux enjeux sociaux et climatiques locaux.*

***Mots-Clés –*** *RSE – Société à Mission- Habitat social -Gouvernance*

***Section(s) CNU pour cet article –*** *06.*

***Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –*** ~~*OUI /*~~ *NON*

## 1 Introduction

La crise de 2008 a révélé l'évolution des règles et les dérives dans la gouvernance de certaines entreprises, où la maximisation de la valeur pour l'actionnaire favorise ce que Lazonick nomme « le paradoxe du profit sans prospérité » [1]. Dans ce contexte, un courant de pensée autour de la responsabilité des entreprises et de leur rôle dans la société prend son essor.

En 2019, inspirée par les travaux de la commission Notat-Senard [2], mais aussi par les recherches de Hatchuel et Segrestin du Collège des Bernardins [3], la loi Pacte est promulguée en France. Cette loi introduit les notions d'intérêt social, de raison d'être, d'entreprise à mission en réponse aux dérives révélées par les crises.

Elle appelle à tenir compte des « parties constituantes » et réfléchir à ses responsabilités sociales et environnementales [4]. Il faut repenser la finalité des entreprises. Le législateur adapte donc le droit, l'article 1383 du code civil est modifié et stipule alors « la société est gérée dans son intérêt social, en prenant en considération les enjeux sociaux et environnementaux de son activité ». La loi Pacte encourage ainsi les entreprises à définir un positionnement fort face aux enjeux sociétaux et environnementaux, dans le cadre d'une démarche de Responsabilité Sociétale des entreprises (RSE).

Aux Etats-Unis, dès les années 2000, on observe aussi l'émergence de nouveaux modèles entrepreneuriaux portés par des entrepreneurs revendiquant de nouvelles valeurs et permettant de nouvelles formes de société comme la Benefit Corporation (B Corps), c'est en quelque sorte une forme de RSE a minima. En France la possibilité pour les entreprises de devenir Entreprise à Mission va bien au-delà. Ainsi l'article 1385 du code civil a été modifié pour permettre aux entreprises d'inscrire clairement dans leurs statuts une mission sociale et environnementale en plus de leurs objectifs économiques si elles le souhaitent.

## 2 Cadre de la recherche

Pour obtenir le statut de Société à mission inscrit au Registre du commerce et des sociétés (RCS), certaines étapes sont indispensables : il s'agit de définir une raison d'être en précisant les motivations et les impacts attendus, de l'inscrire dans les statuts de l'entreprise, et de constituer un comité de mission. Ce comité accompagne et opérationnalise les engagements pris, tout en en contrôlant la mise en œuvre. À « l'épreuve du réel », les entreprises à mission doivent démontrer leur engagement concret et l'application de leur mission [5].

Notre recherche s'inscrit dans cette perspective : elle vise à suivre et à analyser la mise en pratique de la « raison d'être » d'une structure de l'habitat social dans les Alpes-de-Haute-Provence. Nous examinerons comment cette raison d'être est déclinée en objectifs statutaires, puis opérationnels. Pour cette structure, il s'agit de la première année suivant l'adoption de ses nouveaux statuts d'entreprise à mission.

Habitation de Haute Provence (H2P) est un acteur historique de l'habitat social dans les alpes de hautes Provence où elle est présente depuis plus de 70 ans, elle gère environ 5000 logements et 10500 personnes logées. C'est un acteur de petite taille pour la profession qui appartient à un grand groupe, Habitat en Région, pôle immobilier social des Caisses d'Epargne et du Groupe BPCE [6]. Le territoire est globalement en manque de logements locatifs et souffre de niveaux de revenus plus faibles que la moyenne. Le patrimoine de H2p est en cours de rénovation car l'organisation a pris du retard sur ce point et sur les mises en chantier.

## 3 La question de recherche

Notre question de recherche est la suivante : Comment la mise en place d'un comité de mission, suite à l'inscription d'une mission sociétale et environnementale dans les statuts d'une structure HLM, permet-elle d'engager durablement les parties prenantes et d'influencer les choix stratégiques en réponse aux besoins spécifiques du territoire ?

### 3.1 Axes d'analyse

Nous organisons l'analyse de la première année de la mise en place du comité autour des axes de travail suivants :

Engagement des parties prenantes : Identification des acteurs clés (habitants, associations, collectivités, employés) et étude des mécanismes participatifs mis en place pour renforcer leur mobilisation autour de la mission.

Rôle et gouvernance du comité de mission : Structuration de son fonctionnement (composition, fréquence des réunions, indépendance) et mesure de son influence sur les choix stratégiques.

Impact social des décisions : Analyse des initiatives développées pour répondre aux besoins spécifiques du territoire, avec un focus sur la mixité sociale et l'inclusion des populations vulnérables.

Impact environnemental : Étude de la priorisation et de la mise en œuvre des projets en faveur de la transition écologique (rénovations énergétiques, éco-quartiers).

Transformation interne : Évaluation de la sensibilisation et de la formation des employés aux enjeux de la mission,

ainsi que de l'intégration durable de ces principes dans la culture organisationnelle.

### 3.2 Indicateurs de suivi

Des indicateurs spécifiques sont définis pour chacun de ces axes et regroupés dans un **tableau de bord structuré** autour des thèmes suivants : engagement, gouvernance, impact social, impact environnemental, et transformation interne. Chaque indicateur est assorti d'un objectif précis à atteindre au cours des premières années, permettant une évaluation rigoureuse et une comparaison dans le temps.

## 4 La méthodologie

Pour cette recherche, nous adoptons une méthodologie de **recherche-action longitudinale** au sein du comité de mission. L'entreprise nous a contactés en 2023 pour intégrer ce comité, ce qui nous offre une opportunité d'observer en continu la mise en œuvre de sa raison d'être. Notre participation vise avant tout à produire des connaissances appliquées, contribuant à la fois à la mise en œuvre de la mission de l'entreprise et à l'avancement de la recherche en matière de RSE et de gouvernance des entreprises à mission.

Grâce à cet accès privilégié, nous disposerons de données régulières et répétées, basées sur des entretiens avec les acteurs clés et l'étude de documents internes ainsi que d'événements d'entreprise. Cette approche permet une collecte continue et approfondie d'informations sur au moins un an, facilitant l'analyse des changements, des dynamiques, des blocages et des difficultés rencontrés dans la mise en œuvre de la mission. En tant que membre du comité de mission, nous accédons à des informations privilégiées et nous participons directement aux dynamiques de l'entreprise, ce qui enrichit la collecte de données et offre une perspective interne unique. Cependant, cette implication de terrain peut rendre délicate la posture de neutralité du chercheur, et nous sommes attachées à veiller à maintenir une distance critique et un recul analytique pour ne pas perdre en objectivité.

## 5 Conclusions

L'accompagnement d'une entreprise à mission, dans la mise en œuvre de sa raison d'être, pose des défis méthodologiques et éthiques pour le chercheur, qui occupe une position complexe et parfois inconfortable. Cependant, ce rôle d'observateur engagé met en lumière, de manière particulièrement efficace, l'importance de la mission de l'entreprise H2P face aux défis concrets du territoire. Dans le contexte de l'urgence climatique, il est impératif d'agir en tenant compte des réalités spécifiques des Alpes-de-Haute-Provence. Le réchauffement exacerbe les conditions de vie dans un environnement social déjà fragile, où la question des logements sociaux est cruciale : de nombreux foyers en situation de précarité énergétique peinent à supporter les coûts croissants liés aux changements climatiques. La réponse à ces enjeux doit inclure des politiques visant à rénover les logements, à renforcer l'accès au logement social, et à encourager la mixité sociale, afin de bâtir des communautés plus résilientes. C'est précisément pour faire face à de tels défis que le statut d'entreprise à mission a été conçu, et les outils dont nous disposons permettent d'en étudier pleinement l'impact et l'efficacité.

## 6 Remerciements

L'auteure exprime ses remerciements à H2P et JJS pour leur aide à la mise en œuvre de cet axe de recherche

## Références

[1] William Lazonick ,Profits Without Prosperity: How Stock Buybacks Manipulate the Market, and Leave Most Americans Worse Off, 2014

**[2] N.** Notat **et** J.-D. Sénard**,** « L'entreprise, objet d'intérêt collectif ». *Rapport aux ministres de la Transitionécologique et solidaire, de la Justice, de l'Économie et des Finances, du Travail*, 2018.

[3] Hatchuel et B. Segrestin, « Devoir de vigilance : la norme de gestion comme source de droit ? », *Droit et société*, 2020, n° 3, pp. 667-682.

[4] Kevin Levillain, Blanche Segrestin, Armand Hatchuel, Stéphane Vernac (dir.), Entreprises, Responsabilités et Civilisations. Vers un nouveau cycle du développement durable Paris : Presses des Mines, collection Économie et gestion, 2020

[5] Armand Hatchuel, Antoine Goutaland, Jérémy Lévêque. Les sociétés à mission, à l'épreuve du réel : les enjeux sociaux et académiques. Revue Sociétal, 2021, Gouvernance et Raison d'être, 1er Trimestre 2021. hal-03187080

[6] https://www.habitat-en-region.fr/le-groupe

# « Smart-Oasis » : Développement et validation d'un réseau IoT pour la supervision environnementale en zone blanche.

Baye Birama Niasse[1] bayebiramaniasse@esp.sn

Fabrice Aubépart[2,*] fabrice.aubepart@univ-amu.fr

Arnaud Février[2,*] arnaud.fevrier@univ-amu.fr

[1] Ecole Supérieure Polytechnique de Dakar
Route de la Corniche,
Dakar, Sénégal

[2] IUT d'Aix-Marseille Université
Laboratoire Informatique et Systèmes (UMR7020)
142, Traverse Charles Susini
13013 Marseille, France

**Thèmes –** *Électronique – Réseaux et Télécommunication, Internet des Objets*

**Résumé –** *Le projet « Smart-Oasis » vise à créer une infrastructure d'Internet des Objets (IoT) hybride et autonome pour surveiller des paramètres environnementaux et transmettre des informations essentielles en zones isolées ou en situation de crise. Ce travail s'est concentré sur le développement et la mise en place du réseau, intégrant les protocoles Thread et LoRaWAN pour la transmission des données environnementales. Les tests réalisés ont validé le fonctionnement de cette architecture en laboratoire. Ce travail a permis de poser des fondations solides pour le projet, orientant les futurs développements vers une meilleure intégration matérielle et logicielle, une amélioration de la supervision et un déploiement sur le terrain.*

**Mots-Clés –** *Surveillance environnementale, réseaux IoT, protocole Thread, protocole LoRaWAN.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *63*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

# 1 Introduction

Cet article entre dans le cadre d'un projet de fin d'étude effectué au sein du Laboratoire Informatique et Système (LIS) de Marseille (UMR7020) par un étudiant sénégalais de l'Ecole Supérieure Polytechnique (ESP) de Dakar.

Depuis plusieurs mois, les actualités nous présentent de plus en plus des situations de populations désespérées par suite de crises extrêmes : catastrophes naturelles ou créées par l'homme. Ces incidents entrainent souvent la perte des moyens de communications conventionnels isolants ainsi la zone de crise. De surcroît de nombreuses régions à travers le monde restent privées d'accès aux moyens de communications notamment en Afrique.

Le projet "Smart-Oasis" vise ainsi à créer des systèmes autonomes pour fournir électricité, télécommunications et surveillance environnementale dans des zones isolées ou en crise extrême. Cette solution complète des initiatives d'ONG tels que « Telecom sans Frontières » [1] ou « Emergency Télécommunications Cluster » [2] en élargissant les services à la fourniture de besoins essentiels d'électricité, de relevés de paramètres environnementaux, mais aussi à l'utilisation d'une intelligence artificielle pour étudier le degré de dangerosité d'une zone. "Smart-Oasis" s'appuie sur une infrastructure d'Internet des Objets (*Internet of Things, IoT*) reliée à des nanosatellites, pour réduire les coûts et améliorer l'accessibilité.

Ainsi le développement du projet s'articule autour de deux axes principaux : la conception d'une stratégie énergétique intelligente basée sur les sources renouvelables, et la mise en place d'un réseau d'Internet des objets pour transmettre les informations critiques.

Le travail présenté dans cet article portait sur le deuxième axe : la mise en place d'un réseau IoT dédié à la supervision des paramètres environnementaux et à la transmission des informations essentielles vers un centre de supervision distant, par exemple un centre de contrôle d'urgence, via une liaison satellitaire.

# 2 Solution proposée

## 2.1 Thread et LoRaWAN au service de la surveillance environnementale

Notre objectif est de mettre en place un réseau de capteurs environnementaux qui nous permettra de mesurer des grandeurs physiques de terrain et de relayer les informations critiques à un centre de supervision distant.

Nous avons opté d'utiliser Thread [3] comme protocole de communication pour transmettre les données à un coordinateur central qui fera un premier traitement et un filtrage des données avant de les relayer au système de supervision par nanosatellites.

Thread est un protocole de communication sans fil innovant, conçu pour répondre aux besoins de la domotique moderne et qui, grâce à sa topologie maillée, s'adapte particulièrement bien aux applications de surveillance environnementale. Ce protocole basé sur IPv6 permet une interconnexion fluide entre les appareils et chaque nœud agit comme un relais pour les autres. Cela assure ainsi une résilience du réseau. En effet, si un nœud tombe en panne, les données sont automatiquement reroutées, évitant les points de défaillance uniques et renforçant la fiabilité du système de surveillance. Grâce à son architecture distribuée, Thread favorise l'évolutivité : on peut ajouter des capteurs et des dispositifs sans compromettre la performance, ce qui est essentiel pour des projets de suivi de paramètres environnementaux.

Toutefois, le protocole Thread offre une portée relativement limitée, de l'ordre de quelques dizaines de mètres, le rendant particulièrement adapté aux environnements confinés. Afin d'étendre la couverture géographique, il a donc été nécessaire de l'associer à un protocole de communication à longue portée, tel que LoRaWAN [4].

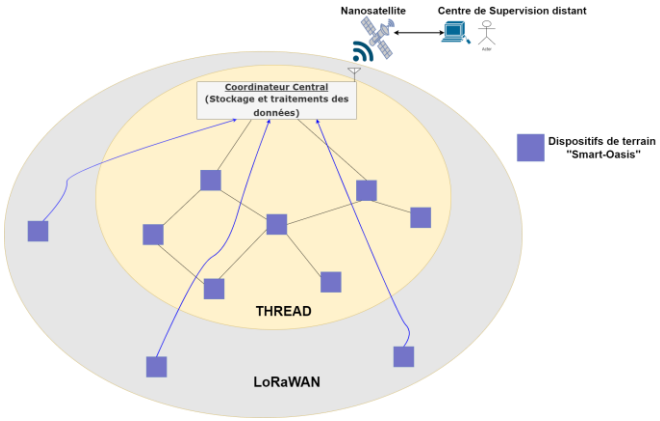



FIGURE 1 : TOPOLOGIE LOGIQUE DU RESEAU "SMART OASIS"

Combiner Thread et LoRaWAN permet de tirer parti de leurs caractéristiques complémentaires, créant ainsi une synergie qui optimise à la fois la couverture et la résilience, Figure 1. Thread établit un réseau maillé local fiable pour les communications à courte portée, tandis que LoRaWAN, avec sa topologie en étoile, permet d'étendre cette couverture aux appareils plus distants, au prix d'un débit de données plus faible et d'une latence accrue.

## 2.2 Réalisations et tests

Notre architecture IoT est conçue par deux dispositifs : les « « dispositifs de terrain », chargés de mesurer les paramètres environnementaux, et le « coordinateur central » chargé de filtrer les données les plus pertinentes et de les envoyer par nanosatellite à un centre de supervision déporté. Ce dernier n'est pas présenté ici.

Les dispositifs de terrain sont basés sur la carte d'expérimentation NUCLE0-68 [5] de la société

STMicroelectronics. La particularité de ce composant est l'intégration d'un microcontrôleur [6] disposant de fonctionnalités radiofréquence permettant l'utilisation des protocoles BLE, Thread ou Zigbee. La carte Nucleo supporte une carte fille LoRaWAN [7] conçue par la société ATIM**.** Plusieurs capteurs environnementaux spécifiques complètent ce dispositif.
La carte NUCLEO-68 effectue tout d'abord l'acquisition des données à travers les capteurs environnementaux et envoie les mesures au coordinateur central soit par Thread par le biais de son émetteur radio ou par liaison série à la carte fille ATIM qui se charge de les relayer au coordinateur par LoRaWAN. Un mécanisme logiciel de basculement entre les deux protocoles a ainsi été intégré.

Le coordinateur central est conçu à partir de plusieurs éléments, figure 2 : une carte Raspberry PI sur laquelle ont été implémentés un serveur LoRaWAN, une plateforme IoT basée sur Node-RED, ainsi qu'une base de données PostgreSQL. La Raspberry PI est reliée via une liaison IP à une passerelle LoRaWAN, et par une liaison série à une carte NUCLEO-68 dans un rôle de « leader Thread ». La Raspberry Pi est aussi connectée à un module conçu par la société tunisienne TELNET pour effectuer la transmission des données via leur nanosatellite « Challenge One », évoluant en orbite basse.

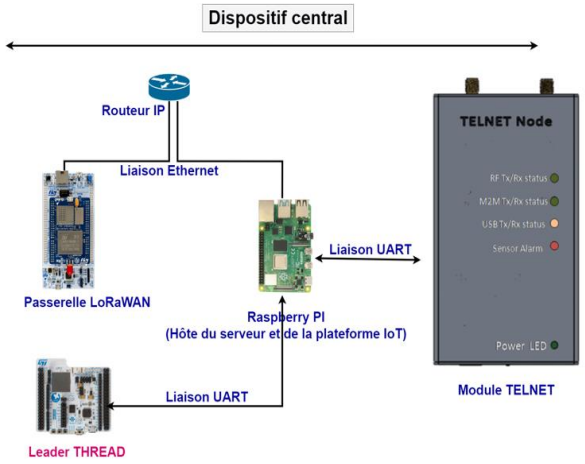
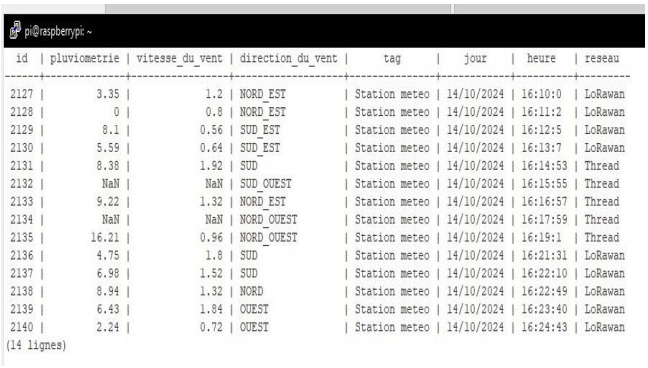



FIGURE 2 : ARCHITECTURE DU DISPOSITIF CENTRAL

Plusieurs scénarios d'utilisation ont été réalisés en laboratoire en utilisant différents capteurs. La figure 3 présente un exemple d'utilisation avec des données reçues depuis une station météo déployé en extérieur. Il est possible d'observer les protocoles de communication utilisés par les dispositifs de terrain et remarquer le basculement automatique d'un protocole à un autre.
La pluviométrie est exprimée en mm et la vitesse du vent en km/h.



pi@raspberrypi: ~

| id | pluviometrie | vitesse_du_vent | direction_du_vent | tag | jour | heure | reseau |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2127 | 3.35 | 1.2 | NORD_EST | Station meteo | 14/10/2024 | 16:10:0 | LoRawan |
| 2128 | 0 | 0.8 | NORD_EST | Station meteo | 14/10/2024 | 16:11:2 | LoRawan |
| 2129 | 8.1 | 0.56 | SUD_EST | Station meteo | 14/10/2024 | 16:12:5 | LoRawan |
| 2130 | 5.59 | 0.64 | SUD_EST | Station meteo | 14/10/2024 | 16:13:7 | LoRawan |
| 2131 | 8.38 | 1.92 | SUD | Station meteo | 14/10/2024 | 16:14:53 | Thread |
| 2132 | NaN | NaN | SUD_OUEST | Station meteo | 14/10/2024 | 16:15:55 | Thread |
| 2133 | 9.22 | 1.32 | NORD_EST | Station meteo | 14/10/2024 | 16:16:57 | Thread |
| 2134 | NaN | NaN | NORD_OUEST | Station meteo | 14/10/2024 | 16:17:59 | Thread |
| 2135 | 16.21 | 0.96 | NORD_OUEST | Station meteo | 14/10/2024 | 16:19:1 | Thread |
| 2136 | 4.75 | 1.8 | SUD | Station meteo | 14/10/2024 | 16:21:31 | LoRawan |
| 2137 | 6.98 | 1.52 | SUD | Station meteo | 14/10/2024 | 16:22:10 | LoRawan |
| 2138 | 8.94 | 1.32 | NORD | Station meteo | 14/10/2024 | 16:22:49 | LoRawan |
| 2139 | 6.43 | 1.84 | OUEST | Station meteo | 14/10/2024 | 16:23:40 | LoRawan |
| 2140 | 2.24 | 0.72 | OUEST | Station meteo | 14/10/2024 | 16:24:43 | LoRawan |

(14 lignes)

FIGURE 3 : BASE DE DONNEES POSTGRESQL

## 3 Conclusion

En conclusion, le projet "Smart-Oasis" a permis de développer une architecture IoT hybride et résiliente, combinant les protocoles Thread et LoRaWAN, pour superviser des paramètres environnementaux dans des zones isolées.
En utilisant un Raspberry Pi comme nœud central avec un serveur ChirpStack(LoRaWAN) et Node-RED, des tests en laboratoire ont validé la continuité de transmission via LoRaWAN en cas de perte de connexion du réseau Thread. Bien que le matériel utilisé soit à vocation pédagogique, cette première phase démontre la faisabilité de l'architecture et ouvre des perspectives d'amélioration, telles que l'intégration d'une passerelle unique Thread-LoRaWAN, des tests en conditions réelles, le passage à des composants industriels, l'ajout de capacités d'intelligence artificielle pour l'analyse en temps réel, et le développement de la transmission via un nanosatellite.

## Références


[1] Télecom Sans Frontières https://www.tsfi.org/fr
[2] Emergency Telecommunication Cluster
https://www.etcluster.org/
[3] Cording, Stuart. (2023). Quels standards pour unifier la domotique ? Matter et Thread se distinguent. elektor magazine.
https://www.elektormagazine.fr/magazine/elektor-308/61769
[4] MONTAGNY, Sylvain. (Mars 2022). Lora - LoRaWAN et Internet des Objets.
https://www.univ-smb.fr/lorawan/wp-content/uploads/2022/01/Livre-LoRa-LoRaWAN-et-lInternet-des-Objets.pdf
[5] NUCLEO-68
https://www.st.com/resource/en/user_manual/um2435-bluetooth-low-energy-and-802154-nucleo-pack-based-on-stm32wb-series-microcontrollers-stmicroelectronics.pdf
[6] Microcontrôleur STM32WB55RG
https://www.st.com/resource/en/datasheet/stm32wb55cc.pdf
[7] Carte fille LoRaWAN
https://www.atim.com/wp-content/uploads/documentation/MODULES/ATIM_ARM-N8-LRW_UG_EN_V1.3.pdf

# L'*apprentissage salvateur* : de l'émergence à la matérialisation d'un discours de transition sociétale

Pascal Koeberlé[1,*]
pascal.koeberle@u-picardie.fr

[1] IUT d'Amiens, Université de Picardie Jules Verne
Laboratoire CRIISEA (UR 3908)

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Gestion.*

**Résumé –** *Cette contribution est une invitation à partager une réflexion sur le mécanisme sous-jacent au développement de la formation par alternance dans le paysage de l'éducation et de l'enseignement en France. Adoptant une approche d'analyse critique du discours, nous avançons que les esprits ont été progressivement préparés à accepter un discours de l'*apprentissage salvateur*, qui reprend certains éléments de discours pré-existants. Par la suite, les stratégies des acteurs affectés par l'alternance ont convergé, ce qui a facilité sa matérialisation. Mais cet ensemble articulé de discours pourrait bien avoir enclenché une transition sociétale plus profonde. Cette recherche appelle ainsi à mieux identifier et évaluer les effets secondaires — sociétaux et de long terme — du discours de l'alternance qui tend à s'institutionnaliser. Le coût de l'apprentissage pour la société ne se réduit peut-être pas aux dépenses engagées par l'État pour promouvoir son développement.*

**Mots-clés –** *Alternance, analyse critique du discours, transition sociétale, retrait des enseignants.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *06 - Sciences de gestion et du management.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 L'alternance, opportunité ou menace ?

Au carrefour de la vie "inactive" et de la "vie active" où se rencontrent deux agents de socialisation — l'École et l'Entreprise —, l'alternance fait parler d'elle. Entreprises, centres de formation, étudiants, enseignants, gouvernement... chacun à sa façon commente ce phénomène sociétal, par lequel un étudiant se forme alternativement dans une entreprise d'accueil et dans un établissement d'enseignement. Présenté comme une opportunité par ses partisans, c'est au contraire une menace et une régression sociale pour ses détracteurs. Quoi d'étonnant ?

Prenant appui sur le cadre théorique de l'analyse critique du discours (ACD) [1], la présente contribution est une invitation à partager une réflexion sur les conditions et les effets sociétaux du développement de l'alternance. Si les acteurs de l'alternance recensent ses impacts sans difficulté, c'est souvent du point de vue de leurs besoins et objectifs à court terme. Ses conséquences sociétales et de plus long terme passent davantage inaperçues.

*Comment l'alternance participe-t-elle à la transition sociétale ?* Notre analyse établit une relation entre, d'une part, le développement de l'alternance et, d'autre part, la tendance au retrait observée chez les personnels enseignants. Ces comportements sont analysés comme un effet de la matérialisation du discours de l'*apprentissage salvateur*. Ce discours, en contestant la place du savoir théorique et de l'esprit critique dans notre société, en déclassant les enseignants, fournit une clé pour expliquer leur tendance au retrait. Les enjeux de ces changements sont éminemment importants : le savoir théorique et l'esprit critique ont constitué des moyens fondamentaux pour atteindre des buts socialement approuvés, telles que la démocratie, la liberté d'expression, et la résistance aux dogmatismes [2]. Le désengagement des enseignants constituerait ainsi un signal faible d'un changement sociétal, soutenu par le développement de l'alternance.

## 2 L'analyse critique du discours : l'étude des liens entre l'évolution des idées et le changement sociétal

Dans la perspective de l'ACD, les *événements* quotidiens ne sont pas la simple conséquence d'événements antérieurs. Pour comprendre la réalité, il convient d'étudier les *structures* sociales sous-jacentes. Ces structures créent les conditions de possibilité de certains événements, qui peuvent néanmoins ne pas se produire si, par exemple, d'autres structures contrarient leurs effets et/ou selon les interventions humaines pour interférer [1, 3].

L'expérience quotidienne est faite d'*événements*. Outre leurs dimensions matérielle et sociale évidente, ceux-ci ont une composante "textuelle" (ou communicationnelle). En effet, les événements *disent* des choses : ils véhiculent nécessairement des représentations (ex : un processus de sélection, par ses critères, donne explicitement ou implicitement une définition du mérite et du "bon" candidat), qui peuvent être déformées lorsqu'elles sont perçues. L'action humaine peut influencer les événements par la communication, en leur assignant des discours qui les facilitent ou s'y opposent. En somme, le flux des événements contient des clés pour comprendre le changement sociétal.

Encadrés par les *structures*, les événements se produisent rarement par hasard. Les structures sont des codes sociaux établis qui reflètent des buts socialement approuvés et les moyens admis de les atteindre [4]. Il s'agit notamment des valeurs, normes, statuts et rôles qui définissent une société et ses membres ; des règles et pratiques sociales qui les animent ; des lieux et des temps codifiés, théâtres des événements. Dans leur dimension linguistique, elles se présentent sous la forme d'un ensemble articulé de discours dominants durablement stabilisés (l'*ordre du discours*). Ainsi, au quotidien, les prises de parole conformes sont fréquentes : elles reproduisent sans risque la façon dominante de penser et de parler. Si les textes déviants sont rares, parce qu'ils marginalisent (parmi d'autres sanctions), ils sont une source de transformation des structures. Les structures contiennent donc également des clés pour comprendre le changement sociétal.

Cette double distinction (structures/événements ; discours/éléments non-discursifs du réel) fournit un cadre pour mieux expliquer les événements, qui s'analysent comme le produit des structures et de l'action humaine (et d'autres facteurs contingents). Nous nous focalisons sur les discours pré-existants, auxquels les textes de l'alternance empruntent des éléments pour paraître plus conformes. Ainsi, l'ordre du discours contribue à l'émergence d'un discours de l'*apprentissage salvateur*. Aidé notamment par l'intervention facilitante de l'État (subventions), ce discours se matérialise.

## 3 L'*apprentissage salvateur* : émergence et matérialisation d'un discours de transition sociétale

Les événements récents relatifs à l'alternance ont des allures de succès. Fin 2017, on dénombrait 166 304 apprentis dans l'enseignement supérieur en France ; ils étaient 635 800 fin 2023, soit plus de 60% des contrats d'apprentissage (on en dénombre aujourd'hui plus d'un million au total). Pour expliquer cette hausse, les observateurs évoquent notamment la loi "pour la liberté de choisir son avenir professionnel" du 05 septembre 2018. Mais les conditions structurelles ayant favorisé ce développement restent à clarifier. Comme nous l'avons mentionné, l'événement "Loi Avenir Professionnel" ne saurait expliquer de façon satisfaisante l'explosion des contrats. Au préalable, dans le contexte social et matériel de massification scolaire, de paupérisation étudiante mais aussi d'augmentation du vouloir d'achat,

des discours pré-existants ont préparé les esprits au discours de l'*apprentissage salvateur*. Ensuite, les stratégies des acteurs ont convergé, facilitant sa matérialisation.

### 3.1 Entrepreneuriat, autonomie : théories et enseignants, non essentiels ?

Depuis un dizaine d'années, le Ministère veut favoriser l'insertion par une mise en situation professionnelle systématique et régulière, et par une meilleure intégration des milieux socio-économiques dans l'ingénierie des formations. Deux ensembles de pratiques pédagogiques ont suivi :

— La sensibilisation à l'entrepreneuriat. Dès 2014, les moyens mis en œuvre à cette fin incluent les Pépite, des formations spécifiques (dédiées au *business model*, au *business plan*...), le statut national et le diplôme d'étudiant-entrepreneur, ou encore des dispenses de stage.

— La formation en autonomie. Les temps de travail non encadrés se sont multipliés : projets tutorés, classe inversée ou renversée, *situations d'apprentissage et d'évaluation*... sanctuarisent le travail autonome des étudiants.

Une conséquence est d'éloigner les étudiants de l'enseignement théorique et de faire désormais apparaître théories et enseignants comme des pièces partiellement substituables du discours pédagogique.

Les textes de promotion de l'alternance s'appuient sur cette substitution de la "vraie vie" à l'École. Pour le gouvernement, "la plus-value de l'alternance" est l'insertion professionnelle socialement inclusive (entendre *le savoir passe en second ?*). Des étudiants ou de jeunes professionnels évoquent (*construisent ?*) une déconnexion entre l'École et la "réalité du travail". Dans la lutte pour l'employabilité, le savoir pratique vaut-il mieux que le savoir théorique dès lors que "c'est sur le terrain qu'on apprend vraiment" ? Dans celle pour l'inclusion, si "avoir un diplôme pour être respecté" est l'essentiel, étudier assidûment devient-t-il accessoire ? Enfin, des employeurs et maîtres d'apprentissage expriment parfois ouvertement des doutes quant aux compétences de certains enseignants, en veillant à ce que ces propos ne paraissent pas excessivement déviants. Les généralisations vont vite : quand l'École (re)deviendra-t-elle "non essentielle", voire un commerce de rêves (*ce que les théories permettent de penser n'est pas la réalité*) ? *Par chance*, l'alternance en (r)éveillant la jeunesse la sauve donc du chômage et de l'exclusion.

### 3.2 Intérêts matériels et sociaux : convergence pro-alternance

Ce discours de l'*apprentissage salvateur* est d'autant plus crédible que le contexte matériel et social le nourrit. Le déclassement des enseignants, leur perte de pouvoir d'achat, remet en question le prestige qui pouvait dissuader l'expression des convoitises. Des enseignants en arrivent à se convaincre des vertus salvatrices de l'alternance — qui participe pourtant à leur déclassement — parce qu'elle rémunère leur nouveau rôle de tuteurs d'alternants. Les motivations des autres parties prenantes (étudiants, employeurs, CFA...) présentent souvent le même paradoxe. En résumé, les intérêts convergent en faveur du discours de l'alternance, perçu comme un pis-aller ou comme un eldorado. Dès lors, ce discours se matérialise sous la forme de contrats, d'étudiants-salariés, d'enseignants-animateurs-tuteurs, de CFA-experts en comptabilité analytique, d'Etat-régulateur-financeur, et d'employeurs-paternalistes. Les statuts et les rôles se transforment, initiant par définition une transition sociétale.

## 4 Conclusion

Notre analyse critique du discours de l'*apprentissage salvateur* est une invitation à partager une réflexion sur les effets sociétaux profonds du développement de l'alternance. En particulier, les conditions qui ont pu favoriser ce développement incluent une évolution de la place du savoir théorique et du rôle de l'École dans la société. Les comportements de retrait des enseignants, parfois mus par l'argent, tranchent comme un signal d'alerte avec l'engagement sacerdotal d'un autre temps. Ces effets et ces conditions font aujourd'hui l'objet de prises de parole relativement peu audibles, y compris parce que l'ordre du discours les marginalisent. Les parties prenantes devraient néanmoins évaluer si ces effets existent, le cas échéant juger s'ils sont souhaitables, donc s'il faut ou non continuer de les soutenir, y compris avec l'argent public.

## 5 Remerciements

J'exprime ma gratitude à Jacques Lewkowicz pour m'avoir fait découvrir l'épistémologie, et le réalisme critique en particulier, ce qui m'a mené aux travaux de Norman Fairclough.

## Références

[1] Fairclough N. (2005), "Discourse analysis in organization studies : the case for critical realism", *Organization Studies*, 26(6), pp. 915–939.

[2] Kammerer B. (2021), "L'esprit critique est-il (encore) une valeur républicaine ?", *L'école des parents*, n°638(1), pp. 41–43.

[3] Brown A., Fleetwood S. et Roberts J.M. (2001), "The marriage of critical realism and Marxism : happy, unhappy or on the rocks ?", dans Brown A., Fleetwood S. et Roberts J.M. (eds), *Critical Realism and Marxism*.

[4] Merton R.K. (1938), "Social Structure and Anomie", American Sociological Review, 3(5), pp. 672–682.

# Intégration de la réalité virtuelle dans les formations en IUT : Enjeux, défis et perspectives à travers le projet PulvERGO en Hygiène, Sécurité et Environnement

Mélanie Mauvoisin[1*,] melanie.mauvoisin@u-bordeaux.fr
Marion Albert[2,] marion.albert@univ-ubs.fr
Alain Garrigou[3,] alain.garrigou@u-bordeaux.fr
Rafaël Ristor[4,] rafael.ristor@u-bordeaux.fr

[1] IUT de Bordeaux, Département HSE, Université de Bordeaux
Laboratoire INSERM – Equipe EPICENE, rattachée au département de Santé Publique et Population Health (UMRS 1219) et associée au laboratoire MICA (UR 4426)

[2] IUT de Lorient, Département HSE, Université Bretagne Sud
Lab-STICC – Equipe FHOOX (UMR CNRS 6285)

[3] IUT de Bordeaux, Département HSE, Université de Bordeaux
Laboratoire INSERM – Equipe EPICENE, rattaché au département de Santé Publique et Population Health (UMRS 1219)

[4] IUT de Bordeaux, Département HSE, Université de Bordeaux
Laboratoire INSERM – Equipe EPICENE, rattachée au département de Santé Publique et Population Health (UMRS 1219)

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Santé - SHS - Communication*

**Résumé** – *Le BUT (Bachelor Universitaire de Technologie) en HSE (Hygiène, Sécurité et Environnement), fondé sur une approche par compétences, met l'accent sur l'apprentissage par l'observation et la pratique en abordant des situations concrètes comme l'évaluation des risques, la gestion des urgences, la réglementation, la prévention et l'impact environnemental. Dans ce contexte, la réalité virtuelle (RV) se révèle être un outil d'apprentissage pertinent, en raison de ses avantages spécifiques en tant que média et pour développer de compétences techniques et procédurales jugées essentielles dans cette formation. Cette communication, en s'appuyant sur le projet PulvERGO – qui développe une plateforme de RV dédiée à la conception de matériel agricole – présentera des résultats préliminaires permettant d'identifier les enjeux et défis de l'intégration de la RV dans les formations en IUT, avec des pistes d'application spécifiques pour l'enseignement en HSE. La recherche, croisant l'ergonomie et les sciences de l'information, repose sur une méthodologie combinant revue de la littérature, entretiens et étude de cas avec la plateforme PulvERGO.*

**Mots-Clés –** *Réalité virtuelle – Usages - Formation – Prévention*

**Section(s) CNU pour cet article –** 71ème, 16ème
**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** NON

## 1 Introduction

Notre recherche s'inscrit dans une approche transdisciplinaire combinant sciences de l'information et de la communication, ergonomie et sciences cognitives, afin d'analyser entre autres les bénéfices et les défis associés à l'intégration de plateformes immersives dans les parcours de formation.

Les Instituts Universitaires de Technologie (IUT) visent à former des étudiants rapidement opérationnels en équilibrant théorie, pratique et immersion professionnelle. Dans ce cadre, le BUT (Bachelor Universitaire de Technologie) en HSE (Hygiène, Sécurité et Environnement), fondé sur une approche par compétences, se concentre sur l'apprentissage pratique à travers des situations concrètes comme l'évaluation des risques, la gestion des urgences, la réglementation, la prévention des risques et l'impact environnemental.

La réalité virtuelle (RV) se distingue ainsi comme un outil d'apprentissage particulièrement pertinent, en raison de ses capacités immersives et interactives (Fuchs et al., 2006), qui répondent efficacement à certains besoins pratiques de la formation. Cette proposition de communication invite à réfléchir sur l'intérêt d'intégrer des dispositifs de RV dans les cursus de formation en IUT.

Notre réflexion s'appuie sur le projet de recherche intitulé *PulvERGO*, mené par deux ergonomes, Marion Albert de l'Université de Bretagne Sud (Lorient) et Alain Garrigou de l'Université de Bordeaux, tous deux spécialistes en ergonomie et enseignants en ergonomie au sein des départements HSE (Hygiène, Sécurité, Environnement) en IUT. Ce projet vise à développer une plateforme de réalité virtuelle axée sur les processus de conception pour les concepteurs de matériel agricole, avec pour objectif de prévenir les situations d'expositions aux pesticides.

Au-delà de son objectif de prévention en conception, *PulvERGO* s'attache à étudier comment une telle plateforme pourrait enrichir les formations en HSE. Comment cet outil pourrait-il enrichir le parcours des étudiants en vue de leur professionnalisation dans le domaine de la prévention ? La réalité virtuelle peut-elle faciliter l'assimilation des contenus pédagogiques en HSE ? Peut-elle répondre à des compétences propres aux métiers comme par exemple celui de préventeur, animateur, formateur, pompier ? Et de quelle manière ? Quels scénarios pédagogiques adaptés pourraient être développés ?

Notre objectif est de répondre aux défis de l'intégration de cette plateforme dans un contexte pédagogique et d'identifier les éléments clés à étudier pour garantir son adoption, notamment dans le domaine de la formation HSE.

## 2 Réalité virtuelle et formation

La RV a déjà démontré son efficacité pour l'apprentissage (Carpentier, 2015 ; Ganier *et al.*, 2014, Hoareau, 2023). Son utilisation permet d'appréhender certaines situations complexes jugées coûteuse, à risque ou difficile à mettre en place dans le réel (Lourdeaux, 2001 ; Ben Saga & Elmqaddem, 2022). Elle permet également d'acquérir différents types de connaissances et de compétences (Hoareau, 2018) :

- l'apprentissage de gestes techniques ;
- l'apprentissage de connaissances (les savoirs) ;
- l'apprentissage de procédures (les savoir-faire) ;
- l'apprentissage de comportements (le savoir-être).

Un certain nombre d'études attestent notamment de l'efficacité de la Réalité Virtuelle pour l'acquisition de procédures dans des domaines comme celui de la maintenance industrielle ou de la médecine (Carpentier, 2015 ; Gallagher, Seymour, Jordan-Black, McGlade & Satava, 2013 ; Ganier, Hoareau & Tisseau, 2014).

Néanmoins, cet état de fait se confronte à d'autres éléments à prendre également en compte (Burkhardt, 2003), tels que les limites techniques ou de mise en place (Ben Saga & Elmqaddem, 2022) ou les divers freins à l'utilisation de tels dispositifs cités dans de nombreuses études : surcharge cognitive pour l'apprenant lorsqu'ils sont mal conçus (Ragan *& al.*, 2015), cyber sickness (Cobb, 1999), troubles oculomoteurs (Morineau, 2002), ou encore troubles de l'orientation (Johnson & al, 2001).

Autant d'éléments qui montrent l'importance de s'interroger sur les différents éléments à prendre en compte lors de l'utilisation de la réalité virtuelle pour favoriser l'apprentissage (Morelot & al, 2018) et les différents défis à relever.

## 3 Méthodologie

À travers notre approche transdisciplinaire qui combine ergonomie et sciences de l'information et de la communication, nous cherchons à relever les défis mis en évidence par de nombreuses études (Kavanah et al., 2017 ; Radianti, 2020 ; Ben Saga & Elmqaddem, 2022) et à identifier les leviers susceptibles de limiter les difficultés engendrées par la réalité virtuelle et le cadre d'application au sein des IUT. Nous aborderons ce travail de recherche sous l'angle de la sociologie des usages.

Cette recherche repose sur une revue de la littérature, sur l'analyse des caractéristiques et fonctionnalités de la RV, ainsi que sur l'étude des spécificités de la plateforme PulvERGO. Pour compléter cette démarche, des entretiens semi-directifs ont été réalisés avec les cinq départements HSE ayant intégré la RV dans leurs enseignements afin d'explorer leurs pratiques et usages.

Enfin, une étude approfondie se concentre sur les besoins spécifiques et les applications potentielles de la RV dans les différentes disciplines du BUT, en particulier au sein du département HSE de l'IUT de Bordeaux.

## 4 Résultats

Dans cet article, nous reviendrons tout d'abord sur les usages et pratiques au sein des départements HSE, en expliquant comment ceux-ci visent à la fois des objectifs pédagogiques et contribuent à la promotion des IUT. Nous aborderons ensuite les différents niveaux d'appréciation suscités par l'utilisation de ce type de dispositif, perçu à la fois comme un outil de travail pertinent et efficace, mais aussi comme une solution exigeante en termes de ressources (informatiques, humaines) et de temps.

Nous aborderons les compétences nécessaires pour maîtriser cet outil, ainsi que des besoins en matériel et en création de contenus pédagogiques notamment à travers la conception de scénarios adaptés. Nous examinerons également les résistances rencontrées, qui exigent une prise en compte des nombreux paramètres impliqués dans l'utilisation de ce dispositif, soulignant l'importance d'une « capacité de sélection » (Latour, 2021).

Enfin, nous mettrons en lumière des scénarios pédagogiques dans lesquels cet outil, à travers la plateforme PulvERGO, peut être considéré comme une réponse aux enjeux actuels en permettant, d'une part, aux concepteurs de pulvérisateur de mieux intégrer les situations d'exposition aux pesticides, et, d'autre part, en offrant aux étudiants l'opportunité d'appréhender concrètement les multiples paramètres à prendre en compte lors de la conception ainsi que les réalités du travail, dans des conditions difficilement reproductibles en situation réelle.

## Références


[1] Fuchs P., Berthoz A., Vercher J.-L., « Introduction à la réalité virtuelle », *Le Traité de la réalité virtuelle*, volume 1, *L'Homme et l'environnement virtuel*, Presses de l'école des mines, 2006.

[2] Carpentier Kevin, *Scénarisation personnalisée dynamique dans les environnements virtuels pour la formation*, Thèse réalisée à l'Université de Technologie de Compiègne, 2015.

[3] Ganier Franck, Hoareau Charlotte. & Tisseau Jacques (2014), "Evaluation of procedural learning transfer from a virtual environment to a real situation?: a case study on tank maintenance training", *Ergonomics*, (6), 2014, p. 828-843.

[4] Hoareau Charlotte, « Evaluer l'utilité et l'efficacité d'un environnement virtuel pour l'apprentissage, *L'Agence des usages*, Canopé, 2018. https://www.reseau-canope.fr/agence-des-usages/evaluer-lutilite-et-lefficacite-dun-environnement-virtuel-pour-lapprentissage.html

[5] Lourdeaux Domitile, *Réalité virtuelle et formation : Conception d'environnements virtuels pédagogiques*, thèse de doctorat réalisée à l'École Nationale Supérieure des Mines de Paris, 2001.

[6] Ben Saga Abderrazack & Elmqaddem, Noureddine, Usage de la réalité virtuelle et de la réalité augmentée dans l'enseignement supérieur : De l'expérimentation à l'intégration effective dans les cursus de formation. *Journal of Information Sciences*, *21*(2), Article 2, 2022.

[7] Hoareau Charlotte, « Réalite virtuelle et apprentissage de procédure », *L'Agence des usages*, Canopé, 2023 https://www.reseau-canope.fr/agence-des-usages/realite-virtuelle-et-apprentissage-de-procedure.html

[8] Gallagher Anthony, Seymour Neal, Jordan-Black Julie-Anne, McGlade Kieran & Satava Richard Martin, "Prospective, randomized assessment of transfer of training (ToT) and transfer effectiveness ratio (TER) of virtual reality simulation training for laparoscopic skill", *Annals of Surgery*, 257 (6), 2013, p. 1 025-1 031.

[9] Burkhardt Jean-Marie, « Réalité virtuelle et ergonomie : Quelques apports réciproques », *Le travail humain*, *66*(1), 2003, p. 65-91.

[10] Ragan Eric, Bowman Doug, Kopper Regis, Stinson Cheril, Scerbo Siroberto, & McMahan Ryan, Effects of Field of View and Visual Complexity on Virtual Reality Training Effectiveness for a Visual Scanning Task. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, *21*, 2015, 1-1.

[11] Cobb Susan, Measurement of postural stability before and after immersion in a virtual environment. *Applied Ergonomics*, 30, 1999, p.47-57.

[12] Morineau Thierry, « Influences des environnements virtuels », *Techniques de l'ingénieur. Télécoms.5950*, 2002, p.1-16.

[13] Johnson Andrew, Moher Tom, Ohlsson Stellan & Leigh Jason, Exploring multiple representations in elementary school science education. In H. Takemura & K. Kiyokawa (Eds.), IEEE Virtual Reality Conference (pp. 201-208). Los Alamitos, CA : IEEE Press, 2001.

[14] Morélot Sarah, Garrigou Alain, & N'Kaoua Bernard, *Les facteurs qui influencent les apprentissages dans les environnements virtuels de formation*, 2018.

[15] Radianti Jaziar, Majchrzak, Tim, Fromm Jennifer & Wohlgenannt Isabell, A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education : Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, *147*, 103778, 2020.

[16] Kavanagh, Sam, Luxton-Reilly, Andrew, Wuensche Burkhard, & Plimmer Beryl, A Systematic Review of Virtual Reality in Education. *Themes in Science and Technology Education*, *10*(2), 2017, p.85-119.

# Abattement du phosphore en station de traitement des eaux usées à lit planté de roseaux : cas de l'installation pilote de l'IUT de Brest

Gabriel Dulaquais[1,2 *] Claude Le Menn[1] Michel Auffret[1,2]
gabriel.dulaquais@univ-brest.fr claude.lemenn@univ-brest.fr michel.auffret@univ-brest.fr

[1]IUT Brest-Morlaix, site de Brest, Université de Bretagne Occidentale – 29200 Brest

[2] Institut Universitaire Européen de la Mer - Laboratoire LEMAR, UMR 6539
Technopole Brest-Iroise - 29280 Plouzané

*L'auteur(s) avec la marque * est auteur correspondant.*

**Thèmes –** *Environnement*

**Résumé –** *Cette étude présente les possibilités envisagées pour un abattement efficace du phosphore (P) lors du processus d'épuration des eaux pour les stations à lit plantés de roseaux. Ce type de station biologique permet un abattement de la charge en demande biologique en oxygène (DBO) ainsi qu'en azote mais ne permet pas un traitement du phosphore. A l'issue du traitement, celui-ci est déversé au milieu récepteur (cours d'eau le plus souvent) sous forme oxydée ($H_2PO_4$- et $HPO_4^{2-}$) en phase aqueuse. Au sein des unités de traitement des eaux usées l'abattement du phosphore se fait classiquement par ajout de Chlorure ferrique ($FeCl_3$) dans le bassin d'aération (BA) entrainant la formation d'un complexe Fer-phosphate ($FePO_4$) solide et décantable. En l'absence de BA, des solutions spécifiques doivent être mises en œuvre pour les stations à lit plantés de roseaux. Notre étude montre que pour ce type de station, deux possibilités permettent d'atteindre les objectifs de rejet des petites unités (2mg P –$L^{-1}$) : la mise en place d'un système semi-automatisé d'ajout de $FeCl_3$ en sortie de filtre anaérobie ou la création d'un troisième filtre à pouzzolane enrobée d'oxyde de fer. Ce travail évoque finalement les coûts, avantages et limites des deux processus.*

**Mots-Clés –** *épuration des eaux, phosphore, optimisation, génie des procédés.*

**Section(s) CNU pour cet article –** 31, 68.

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** NON

## 1. Introduction :

Le déversement d'eaux usées dans l'Environnement est une cause déterminante dans l'accélération mondiale de l'eutrophisation des eaux de surface [1]. L'une des principales mesures de prévention de cet enrichissement néfaste des eaux naturelles est le contrôle des charges en azote et phosphore par traitement des eaux usées dans une station d'épuration (STEP) avant déversement dans le milieu récepteur. Cette opération repose généralement sur des procédés à boues activées particulièrement énergivores (20 à 45 kWh par équivalent habitant EH), limitant leur déploiement dans les pays émergents [2].

Les stations de traitement à lit plantés de roseaux sont une alternative intéressante pour des unités traitant jusqu'au millier d'EH. Elles présentent une efficacité énergétique 2 à 4 fois supérieure aux stations à boues activées et offrent des abattements en matière carbonée et azotée répondant aux exigences réglementaires. Cependant, leur conception à deux filtres (aérobie et anaérobie) ne permet généralement pas un abattement suffisant du phosphore, élément qui sera donc restitué en excès au milieu récepteur.

Dans ce contexte, cette étude visait à étudier les possibilités de modifications d'une installation pilote de traitement des eaux usées par lit planté de roseaux pour atteindre l'objectif de rejet en phosphore (2mg P $L^{-1}$) des petites installations (600 à 6000kg DBO5 $j^{-1}$)

## 2. Méthodologie

Les mesures ont été faites sur l'effluent de sortie de l'installation pilote de l'IUT de Brest composé de deux filtres (aérobie + anaérobie) ainsi que d'un bassin de rétention pouvant être aménagé.

*Expérience « Jar-test »:* Le Jar-test utilisé permet la réalisation de 6 expériences simultanées à 6 concentrations finales en $FeCl_3$ dans 1 L d'effluent. Chacune consiste en l'homogénéisation de d'1L d'effluent (2min) , l'ajout de concentration définie avec réaction à vitesse d'agitation lente durant 20 min, après 5 minutes de repos le surnageant est prélevé (t1) puis filtré (0.2µm) avant analyse de sa turbidité, de son pH et de sa teneur en phosphates. Un deuxième prélèvement est réalisé après 20 minutes de réaction supplémentaires à agitation lente (t2). L'expérience a été réalisée 10 fois en deux semaines.

*Expérience « Filtre Pilote » :* Le pilote expérimental conçu à l'IUT de Brest consiste en une colonne cylindrique (Ø = 100 mm, h = 1.5m) en plexiglass contenant sur une hauteur de 50cm des pierres de pouzzolane concassées, tamisées (2 mm < Ø < 5 mm) puis enrobées d'oxyde de fer. Une pompe péristaltique à débit réglable alimente le pilote au bas du filtre. L'effluent traité est collecté au sommet du filtre et sa teneur en phosphate déterminée. *Mesure des phosphates résiduels :* La mesure des phosphates dans les eaux traitées a été réalisée selon la méthode NF EN ISO 6878. La limite de détection de la méthode a été déterminée à 0.06mg $L^{-1}$. *Modélisation hydraulique :* Le régime hydraulique de la STEP de l'IUT a été déterminé par 10 mesures de débit en triplicata au cours d'une journée par temps sec. Le temps de contact entre l'effluent et le matériau filtrant est estimé à partir du débit modélisé, de la porosité de la pouzzolane utilisée (56%) et d'un volume de filtre de $3m^3$ correspondant à une hauteur de 50cm. L'étude de la dispersion de l'effluent au sein du bassin de la STEP a été modélisée empiriquement à l'aide d'une maquette au 1/10 alimentée par une solution de de fluorescéine et d'oxyde de titane via pompe péristaltique à un débit au 1/1000.

## 3. Résultats et discussion

La concentration en phosphate dans l'effluent en sortie de traitement de la station est de 31.4 ± 2.7mg $L^{-1}$ (n = 10) soit 10.2 ± 0.9 mg-P $L^{-1}$ proche de la valeur des effluents domestiques. Ce résultat démontre un abattement peu efficace du phosphore par l'installation en l'état. Un abattement supplémentaire d'au moins 80% est nécessaire pour atteindre l'objectif de 2mg-P $L^{-1}$. Les résultats de l'expérience « Jar test » montrent que les abattements à t1 et t2 ne sont pas statistiquement différents ($p$ > 0.05), indiquant que la réaction s'opère sur un temps court. Le meilleur abattement (~100%, Figure 1) est obtenu pour une concentration ajoutée de 128 mg-$FeCl_3$ $L^{-1}$. L'ajout de $FeCl_3$ provoque une acidification importante de l'effluent (figure 1). Initialement à 6.8, le pH atteint 4.1 dès un ajout de 128 mg-$FeCl_3$ $L^{-1}$ rendant le rejet non-conforme. Une dose appliquée de 64 mg-$FeCl_3$ $L^{-1}$ permet d'atteindre un abattement de 87% et de répondre aux objectifs de rejet en terme de pH (6.1). Un ratio d'application d'environ 6.4g-$FeCl_3$ g-$P^{-1}$ est ainsi retenu.

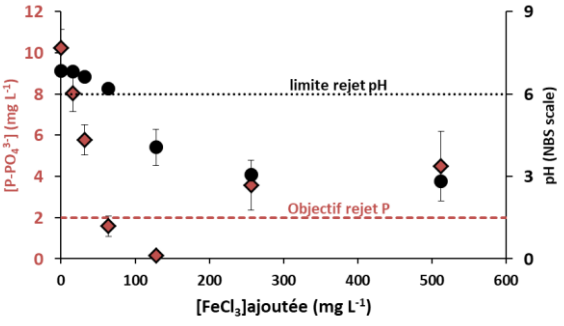



***Figure 1 :*** *Effet de l'application de Chlorure ferrique ($FeCl_3$) sur la concentration en Phosphates et le pH de l'effluent de sortie de l'installation.*

Considérant la charge de l'EH en P (1.5g $j^{-1}$) pour un effluent domestique [3], le coût annuel réactif peut être estimé à 7 €/EH au prix du marché actuel. Notre

installation pilote reçoit environ 60EH en terme de volume (120L/EH). La mise en place d'un système de pompe d'injection à faible consommation énergétique (3.5-7W) et dont l'alimentation pourrait être assurée par énergie solaire permettrait l'alimentation en réactif pour 30-60kwh/an soit une consommation énergétique de 0.5 à 1kWh/EH.

Les tests du système *« filtre pilote »* où le procédé repose sur une filtration en profondeur de l'effluent a permis d'étudier les capacités d'abattement d'un filtre de pouzzolane seule ou enduite d'oxyde de fer tel que décrit par [4]. Le temps de contact moyen entre le massif filtrant et l'effluent est estimé à 18h. Les mesures ne débutent qu'à partir d'un temps de 18h afin de rendre compte du processus d'abattement. Au cours des 96h d'études, nos résultats montrent clairement un effet positif significatif ($p < 0.05$) de l'enduit d'oxy-hydroxides de fer (FeOx) sur l'abattement du phosphate (Figure 2). L'écoulement étant gravitaire, ce système ne nécessite pas d'utilisation d'énergie supplémentaire que celle actuelle.

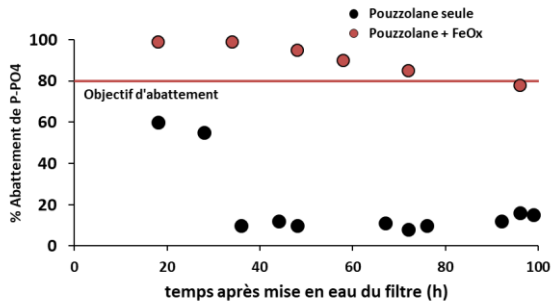



***Figure 2 :*** *Evolution temporelle de l'abattement du phosphate dans un effluent pour un massif composée de pouzzolane seule (points noirs) et pour un massif de pouzzolane enduite d'oxy-hydroxides de fer.*

Il apparaît que l'abattement du phosphate baisse drastiquement de 60 à 10% en 12h pour la pouzzolane seule et de 100 à 78% en 4 jours pour le matériau composite. Une observation attentive du pilote expérimental a permis d'identifier un chemin préférentiel du fluide au sein du massif filtrant, à l'origine de la perte d'efficacité de l'abattement en P. Nos résultats démontrent que l'enduit de FeOx sur la pouzzolane permet d'atteindre les objectifs d'abattement en P et que l'écoulement de l'effluent au sein du massif filtrant est un paramètre crucial.

Des essais empiriques de dispersion de l'effluent au sein d'une maquette ont démontrés une accumulation de l'effluent dans une zone précise du bassin de rétention de la station expérimentale dans la configuration actuelle ou en cas d'alimentation du bassin en son fond. Afin d'obtenir un écoulement homogène et optimal il est donc nécessaire d'aménager un écoulement diffus de l'effluent à l'aide d'une canalisation poreuse permettant une dispersion surfacique homogène du fluide (Figure 3). Ce type d'aménagement est essentiel afin de limiter la création d'un chemin préférentiel au sein du filtre ainsi que les opérations de maintenance. La mise en place d'un tel filtre nécessite un investissement de l'ordre de 2-3k€ pour une installation recevant 50EH soit environ 40-60€/EH à l'investissement. L'amortissement est difficilement évaluable. La maintenance de ce type d'installation est potentiellement lourde et nécessite l'arrêt de l'installation.

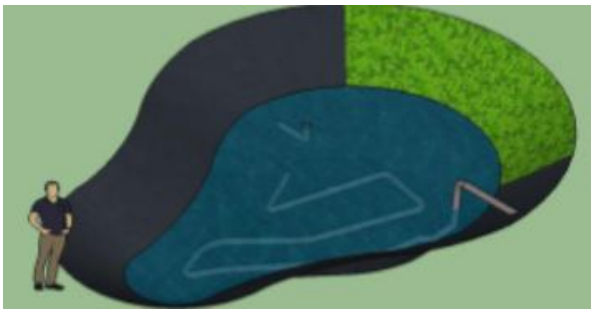


***Figure3 :*** *Modélisation de l'installation d'une canalisation poreuse dans le bassin de rétention de l'installation pilote de l'IUT de Brest.*

## 4. Conclusions

Les deux méthodes d'abattement ont des rendements énergétiques élevés et de faibles coûts. L'ajout en ligne de $FeCl_3$ peut entraîner des non-conformités de pH en cas de surdosage, elle nécessite donc un suivi régulier mais est simple de mise en œuvre. La méthode de type filtre à pouzzolane enduite d'oxydes de fer, ne consomme aucune énergie à l'utilisation, mais sa mise en œuvre peut être complexe et les opérations de maintenance plus lourdes.

## 5. Remerciements

La station de filtration est un équipement expérimental installé sur le site de l'IUT de Brest en 2013 grâce à des fonds CPER. L'équipe remercie Mathias Keraudrun, technicien en chimie au Département Génie Biologique pour son investissement dans les travaux associés à cette étude.

## Références

[1] Bhagowati, B., & Ahamad, K. U. (2019). A review on lake eutrophication dynamics and recent developments in lake modeling. *Ecohydrology & Hydrobiology*, *19*(1), 155-166.

[2] Massoud, M. A., Tarhini, A., & Nasr, J. A. (2009). Decentralized approaches to wastewater treatment and management: applicability in developing countries. *Journal of environmental management*, *90*(1), 652-659.

[3] Anne Emmanuelle Stricker, A. Heduit. Phosphore des eaux usées: état des lieux et perspectives. [Rapport Technique] irstea. 2010, pp.54.

[4] Sébastien Nailles, Kévin Barthelemy, Martine Mallet, Christian Ruby. Procédé de fabrication d'un matériau de filtration. Brevet WO 2014/032934 A1. 6 mars 2014

# Dynamique non linéaire et stabilité des corps rigides en rotation autour d'un point fixe

M. V. B. Santana [1,*] P. B. Gonçalves[2]

murillo.bento-santana@univ-amu.fr, paulo@puc-rio.br

[1] IUT de Aix-Marseille
Laboratoire IUSTI

[2] Pontifical Catholic University
Rio de Janeiro, Brazil

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Mécanique*

**Résumé –** *La rotation des corps rigides est un sujet ayant des applications dans de nombreux domaines, notamment la dynamique des particules élémentaires en physique, les systèmes de positionnement, l'analyse des chutes de pierres, les batteries mécaniques, entre autres. Dans ce travail, la stabilité des corps rigides en rotation est étudiée. Comme pour une toupie, la géométrie et la vitesse de rotation jouent un rôle fondamental dans la stabilité du mouvement. Les paramètres clés sont identifiés et leur relation avec la stabilité du mouvement est déterminée et vérifiée numériquement.*

**Mots-clés –** *Stabilité, Dynamique non linéaire, Corps rigides, Solution analytique*

**Section(s) CNU pour cet article –** *60*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Introduction

Les rotations des corps rigides sont fondamentales dans de nombreuses applications techniques et scientifiques, car ils présentent des propriétés qui contribuent à la stabilité, au transfert d'énergie et au mouvement dans divers systèmes. Les satellites et les engins spatiaux utilisent des roues tournantes, comme des roues de réaction ou des gyroscopes, pour stabiliser et ajuster leur orientation dans l'espace. Les principes de conservation des corps rigides en rotation aident à des manœuvres précises en microgravité, permettant aux satellites de s'orienter. Les bras robotisés utilisent des articulations rotatives pour le mouvement et l'articulation, en particulier dans l'automatisation industrielle, où un mouvement précis et contrôlé est crucial. Les moteurs rotatifs à grande vitesse s'appuient sur les principes des corps rigides en rotation pour assurer l'équilibre, réduire les vibrations et optimiser la consommation d'énergie.

La stabilité des corps rigides en rotation est un sujet d'intérêt pour les chercheurs depuis un certain temps. [1] a étudié les rotations spatiales de corps rigides sous des couples de perturbation non stationnaires. [2] a étudié le mouvement perturbé de corps rigides presque sphériques avec une cavité contenant un fluide visqueux.

Le but de ce travail est l'identification analytique des conditions qui séparent les configurations stable et instable d'un corps rigide en rotation autour d'un point fixe. Dans un premier temps, c'est montrer que deux types de mouvement (vertical et incliné) satisfont les équations d'équilibre non linéaires. Trois paramètres adimensionnels (deux liés aux rapports d'inertie et un lié à la vitesse de rotation) sont obtenus pour contrôler la stabilité du système et quatre zones sont identifiées dans la *carte de stabilité* (plan formé par les deux paramètres d'inertie adimensionnels).

## 2 Modélisation

Tout objet tridimensionnel possède trois inerties de rotation ($J_1$, $J_2$ et $J_3$). Ces inerties représentent la résistance de l'objet à accélérer ou à décélérer la rotation autour d'un axe, de la même manière que la masse ($m$) représente la résistance à l'accélération dans un mouvement linéaire. L'objet est considéré comme tournant autour de l'axe vertical et, par conséquent, la relation entre les inerties sur le plan horizontal ($J_1$ et $J_2$) et l'inertie verticale ($J_3$) joue un rôle fondamental dans l'analyse de la stabilité :

$$\gamma_1 = \frac{J_1}{J_3}$$

$$\gamma_2 = \frac{J_2}{J_3}$$

La vitesse de rotation ($\dot{\phi}$) joue également un rôle important dans l'analyse de la stabilité du corps rigide. Si l'accélération pesanteur et la distance entre le centre de masse du corps rigide et le point de contact sont notées $g$ et $l$, respectivement, une version sans dimension de la vitesse de rotation peut être obtenue comme :

$$\dot{\varphi} = \sqrt{\frac{mgl}{J_3}}\dot{\phi}$$

## 3 Carte de stabilité

Quatre régions avec un comportement de stabilité différent sont identifiées dans la Fig. 1. Les régions (0) en rouge, représentent des points dans le plan $\gamma_1 \times \gamma_2$ où le système est instable indépendamment de la vitesse angulaire $\dot{\varphi}$. Les régions (1) en violet, représentent des points où le système est stable si la vitesse angulaire $\dot{\varphi}$ est supérieure à une certaine borne inférieure. Les régions (2) en bleu foncé, représentent des points où le système est stable si la vitesse angulaire $\dot{\varphi}$ est supérieure à une certaine borne inférieure, mais inférieure à une certaine borne supérieure. Enfin, les régions (3) en bleu, représentent des points où le système est stable si la vitesse angulaire $\dot{\varphi}$ appartient à un certain intervalle comme dans la région (2) où est supérieure à une certaine borne inférieure. Il est intéressant de noter que tous les points de la ligne de symétrie ($\gamma_1 = \gamma_2$) appartiennent à la région (1). Il est également intéressant de noter que pour tous les corps rigides dans lesquels les deux inerties horizontales sont plus grandes que l'inertie verticale (c'est-à-dire, $\gamma_1 > 1$ et $\gamma_2 > 1$), le comportement de stabilité tombe dans la région (1).

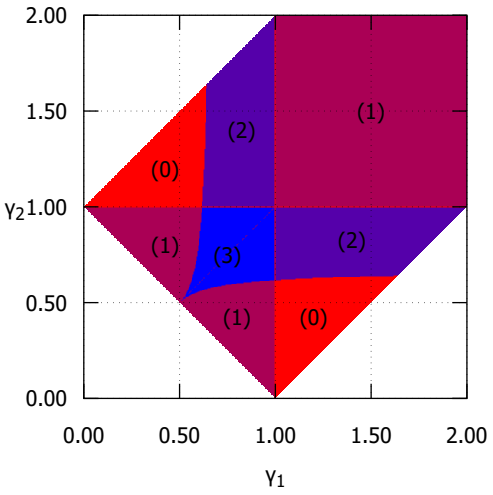



FIGURE 1 – Domaines de stabilité dans le plan $\gamma_1 \times \gamma_2$ pour la rotation autour de l'axe vertical.

## 4 Conclusions

Dans ce travail, l'équilibre et la stabilité des corps rigides soumis à un mouvement de rotation vertical et incliné ont été étudiés. Les équations dynamiques non linéaires des corps rigides ont été utilisées pour montrer que les mouvements verticaux et inclinés représentent des configurations d'équilibre et que l'angle d'inclinaison est lié à la vitesse angulaire autour de l'axe vertical. La stabilité du corps rigide a également été étudiée pour les deux types de mouvements. Quatre types de domaines de stabilité ont été identifiés. Dans le premier type, le mouvement est toujours instable, indépendamment de la vitesse angulaire. Dans le deuxième type, le mouvement est stable si la vitesse angulaire dépasse une certaine valeur seuil. Dans le troisième type, le mouvement est stable si la vitesse angulaire est confinée entre un certain intervalle. Enfin, dans le quatrième type, le mouvement est stable si la vitesse angulaire est confinée entre un certain intervalle ou supérieure à une deuxième limite inférieure.

## Références


[1] *Rotations of a Rigid Body Close to the Lagrange Case under the Action of Nonstationary Perturbation Torque*, Journal of Applied and Computational Mechanics, Dmytro Leshchenko and Sergey Ershkov and Tetiana Kozachenko, 2022

[2] *Perturbed rotational motions of a nearly dynamically spherical rigid body with cavity containing a viscous fluid subject to constant body fixed torques*, International Journal of Non-Linear Mechanics, Dmytro Leshchenko and Sergey Ershkov and Tetiana Kozachenko, 2023

# Les risques des entreprises à mission

Delphine SASSOLAS
delphine.sassolas@univ-grenoble-alpes.fr

IUT de VALENCE
Laboratoire CRJ UGA

**Thèmes –** *Droit*

**Résumé –** *La loi PACTE de 2019 a créé la possibilité pour les sociétés commerciales d'adopter le statut d'entreprise à mission. L'article L. 210-10 du Code de commerce impose différentes conditions et un double contrôle de ces entreprises. Lorsque ces conditions ne sont pas respectées, la loi prévoit seulement que la société perd son statut d'entreprise à mission. Pourtant, il existe d'autres risques juridiques et réputationnels qui doivent être pris en considération lorsque les associés décident de faire publiquement état de leur qualité de société à mission. Ces risques peuvent ainsi décourager certains associés et ils expliquent certainement le faible nombre d'entreprises ayant adopté le statut.*

**Mots-Clés –** *entreprises à mission, raison d'être, contrôle, sanctions, risques juridiques et réputationnels.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *CNU Section 01*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –***NON*

## 1 Introduction

Suite à l'adoption de la loi PACTE (Plan d'Action pour la Croissance et la Transformation des Entreprises) le 22 mai 2019, différentes dispositions tendent à promouvoir « une entreprise plus juste », permettant ainsi d'intégrer dans des sociétés dites classiques des notions telles que le développement durable ou la responsabilité sociale des entreprises. Ces dispositions ont une portée très large et ont vocation à s'appliquer à toutes les sociétés. La loi PACTE consacre ainsi de nouvelles notions en droit des sociétés dans le Code civil et dans le Code de commerce. D'une part, l'article 1833 du Code civil précise que si la société doit toujours être constituée dans l'intérêt commun des associés, elle doit désormais être gérée dans son intérêt social, en prenant en considération les enjeux sociaux et environnementaux de son activité. D'autre part, l'article 1835 du même code permet aujourd'hui aux associés qui le souhaitent d'insérer dans leurs statuts une raison d'être « constituée des principes dont la société se dote et pour le respect desquels elle entend affecter des moyens dans la réalisation de son activité ». L'insertion d'une raison d'être dans les statuts d'une société permet alors aux associés d'adopter le statut d'entreprise à mission prévue à l'article L. 210-10 du Code de commerce. La société peut ainsi faire publiquement état de sa qualité de société à mission lorsqu'elle se dote d'un ou plusieurs objectifs sociaux et environnementaux poursuivis dans le cadre de son activité. La qualité de société à mission sera alors publiée au Registre du Commerce et des Sociétés.

De nombreux grands groupes français (Véolia, Schneider Electric, Carrefour, BNP Paribas…) affichent leur volonté de développer largement des projets RSE et communiquent sur leurs valeurs humanistes et sur leur prise en compte des enjeux sociaux et environnementaux de leurs activités. Certains ont même enclenché le processus en inscrivant une raison d'être dans leurs statuts, mais aujourd'hui moins de 2000 sociétés ont adopté le statut d'entreprise à mission. Pourquoi ce statut rencontre-t-il si peu de succès ? En effet, si les avantages sont difficilement évaluables, il convient aussi de se demander quels sont les risques juridiques qui existent suite à l'adoption du statut d'entreprise à mission et qui sont susceptibles de dissuader les associés. Nous verrons ainsi que si le législateur a prévu un contrôle et la possibilité de perdre le statut en cas de non-respect des objectifs dont la société s'est dotée, d'autres risques ou d'autres sanctions peuvent être redoutés.

## 2 Le contrôle et les sanctions prévus par le législateur

Le législateur a mis en place un double contrôle interne et externe des entreprises à mission. D'une part, doivent être précisées dans les statuts les « modalités de suivi de l'exécution de la mission ». Pour ce faire, les sociétés à mission doivent mettre en place un « comité de mission », distinct des organes sociaux et devant comporter au moins un salarié, qui est chargé exclusivement de ce suivi et de la présentation annuelle d'un rapport joint au rapport de gestion à l'assemblée chargée de l'approbation des comptes de la société. Dans les sociétés qui emploie au cours de l'exercice moins de 50 salariés permanents, un référent de mission peut se substituer au comité de mission et exercer le contrôle. D'autre part, l'exécution des objectifs sociaux et environnementaux fait l'objet d'une vérification par un organisme tiers indépendant, désigné parmi les organismes accrédités à cet effet par le Comité français d'accréditation. Cette vérification doit avoir lieu pour la première fois dans les 18 mois suivant la publication de la déclaration de la qualité de société à mission au RCS (ou dans les 24 mois suivant cette publication lorsque la société emploie au cours de l'exercice moins de cinquante salariés permanents) puis, par la suite, au moins tous les deux ans (ou tous les trois ans pour les sociétés qui emploient moins de 50 salariés). L'organisme tiers indépendant délivre alors un avis motivé qui retrace les diligences qu'il a mises en œuvre et indique si la société respecte ou non les objectifs qu'elle s'est fixés. Cet avis qui est joint au rapport du comité de mission, est publié sur le site internet de la société et demeure accessible publiquement pendant au moins 5 ans. Dans le cadre de la réalisation de ce double contrôle, le comité de mission et l'organisme tiers indépendant peuvent procéder à toute vérification qu'ils jugent opportunes et se faire communiquer tout document nécessaire au suivi de l'exécution de leur mission.

La seule sanction indiquée par le Code de commerce en cas d'avis négatif de l'organisme tiers indépendant est la suppression de la mention de société à mission de tous documents par le dirigeant social, sur injonction du président du tribunal statuant en référé. Il n'y a donc pas de sanction pécuniaire spécifiquement prévue. De plus, lors de l'adoption de la loi PACTE, le législateur a pris la précaution d'insérer dans le Code civil une disposition écartant la possibilité de retenir la nullité des actes et délibérations des organes de la société fondée sur le non-respect des considérations sociales et environnementales de l'activité de la société ou sa raison d'être. Les risques

juridiques spécialement prévus en cas de non-respect des objectifs statutaires de la société à mission sont donc a priori assez limités. Toutefois, au-delà des sanctions juridiques, il convient de mentionner le risque réputationnel pour une société qui se ferait retirer sa mention d'entreprise à mission. Qui plus est, il est possible d'envisager de sanctionner la société ou ses acteurs sur d'autres fondements juridiques non spécifiques à l'entreprise à mission.

## 3 Les autres sanctions possibles

Au-delà de ce double contrôle imposé par le législateur et de la perte possible du statut de société à mission, les associés doivent envisager d'autres risques juridiques lorsqu'ils font le choix d'adopter le statut d'entreprise à mission et même, sans aller jusque-là, lorsqu'ils insèrent une raison d'être dans les statuts de la société. Il semble tout à fait envisageable que la violation par les dirigeants sociaux de la raison d'être et des objectifs sociaux ou environnementaux entraîne la mise en œuvre de la responsabilité de la société ou de ses organes sociaux par les associés, la société ou des tiers, victimes de ces agissements. La société ou le dirigeant social pourrait alors être amené à verser des dommages-intérêts en réparation du préjudice subi par la victime du manquement. Le manquement du dirigeant à ces objectifs pourrait aussi être qualifié par les associés ou le juge de juste motif ou cause légitime de sa révocation. Peut-être est-il également envisageable que ce non-respect de la raison d'être par la société permette à ses partenaires commerciaux de rompre une relation contractuelle dès lors que les objectifs de l'entreprise à mission sont pris en considération dans le contrat.

De plus, différents acteurs peuvent veiller à ce que le statut d'entreprise à mission ne devienne pas un simple outil de marketing, une stratégie de communication, afin de limiter les risques de « *greenwashing* » ou de « *fairwashing* ». Ainsi, l'Autorité de Régulation Professionnelle de la Publicité (ARPP) peut, bien qu'elle n'ait pas de pouvoir contraignant, recevoir des plaintes contre une publicité mensongère qui semble constitutive de greenwashing et rendre un avis qui sera publié. Dans le cadre des sociétés cotées en bourse, l'Autorité des Marchés Financiers (l'AMF) est chargée de veiller au caractère clair, exact et non trompeur de l'information communiquée aux investisseurs. Elle vérifie également la qualité de l'information fournie par les sociétés de gestion sur leur stratégie vis-à-vis du changement climatique. Dans le cadre de ses missions, l'AMF pourrait être amenée à prononcer des sanctions pécuniaires et/ou disciplinaires rendues publiques contre des entreprises à mission qui ne respecteraient pas leurs objectifs.

Il est enfin possible pour les concurrents de l'entreprise à mission d'exercer une action en concurrence déloyale ou pour les consommateurs d'agir sur le fondement du Code de la consommation en invoquant les pratiques commerciales trompeuses dans la mesure où le Code sanctionne précisément les allégations, indications ou présentations fausses ou de nature à induire en erreur lorsqu'elles concernent « l'impact environnemental » du bien ou du service ou « la portée des engagements de l'annonceur, notamment en matière environnementale » ( articles L. 121-2 à L. 121-5 du Code de la consommation). Ces pratiques commerciales déloyales, si elles sont caractérisées, seront alors pénalement sanctionnées. Il convient aussi de préciser que la Commission européenne travaille sur une directive afin de lutter efficacement contre l'« écoblanchiment », en introduisant des obligations en matière d'allégations environnementales et d'écolabels afin de mieux informer les consommateurs. Et l'*European Securities and Markets Authority* (ESMA) a fait de la lutte contre le *greenwashing* l'un de ses trois grands domaines d'action au cours de la période 2022-2024.

Au-delà de la dénonciation publique des entreprises pratiquant le *greenwashing*, le « *Name and Shame* », qui se révèle souvent efficace pour contraindre les entreprises à cesser leur communication trompeuse, il existe de véritables risques juridiques en cas de non-respect des objectifs et de la raison d'être justifiant le statut de société à mission. Ces conséquences ne se limitent pas à la simple perte du statut prévue par la loi PACTE. Dès lors que de véritables contraintes juridiques sont susceptibles de peser sur le fonctionnement de la société et sur leurs décisions, les associés doivent mesurer leur impact et les prendre en considération lorsqu'ils décident d'adopter le statut d'entreprise à mission.

## Références


[1] Urbain-Parleani I., « La raison d'être des sociétés dans le projet de loi PACTE du 19 juin 2018 », dans dossier *Revue des sociétés* 2018, p. 623.

[2] Etude d'impact du projet de loi relatif à la croissance et la transformation des entreprises, 18 juin 2018

[3] Roussille M., « Projet de loi PACTE : quel impact ? - Réflexion sur la consécration de l'intérêt social et de la raison d'être de la société », *Droit des sociétés* 2018, étude 10.

[4] Rapport Rocher : repenser la place des entreprises dans la société, bilan et perspectives deux ans après la loi PACTE, dirigé par Bris Rocher, 19 octobre 202.

# ChatGPT et SAE : perceptions, pratiques et IAptitudes en IUT

, * Augustin Junior MBAM [1, *] augustin-junior.mbam@univ-tln.fr

Eric BOUTIN[2] boutin@univ-tln.fr

[1] PhD, ATER, IUT de Toulon
Laboratoire CERGAM

[2] Professeur des Universités, IUT de Toulon
Laboratoire IMSIC

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Communication - Gestion*

**Résumé –** *Cette étude examine l'intégration de ChatGPT dans les IUT, révélant des différences marquées entre étudiants et enseignants quant à son utilisation, sa perception et ses impacts. Les étudiants adoptent largement cet outil pour divers travaux académiques, percevant des bénéfices comme le gain de temps et la réduction du stress. Les enseignants, cependant, expriment des réserves sur son impact sur la créativité et l'esprit critique, et perçoivent des risques éthiques liés au plagiat. Cette divergence appelle à une réflexion sur l'évaluation et l'encadrement pédagogique de l'IA dans l'enseignement supérieur.*

**Mots-Clés –** *IA générative, SAE, perceptions, IUT.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *section 71 – Sciences de l'information et de la communication, section 06 – Sciences de gestion et du management.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Introduction

L'intelligence artificielle (IA) redéfinit les paradigmes éducatifs en offrant des expériences d'apprentissage plus interactives et personnalisées. Depuis le lancement de ChatGPT par OpenAI en novembre 2022, cet outil conversationnel a bouleversé les pratiques pédagogiques grâce à sa capacité à dialoguer de manière fluide et à s'adapter aux besoins spécifiques des utilisateurs. En permettant un apprentissage centré sur l'utilisateur, ChatGPT favorise une pédagogie différenciée et engageante.

Toutefois, l'intégration de ChatGPT dans les systèmes éducatifs constitue une avancée à la fois révolutionnaire et perturbatrice, soulevant des questions quant à son adoption par les enseignants et à ses implications pédagogiques. Son utilisation par les principaux acteurs du système éducatif – enseignants, étudiants, établissements –, suscite de vives tensions et controverses. Or, la littérature actuelle présente des lacunes concernant les intentions et les attitudes des enseignants et des étudiants à l'égard des IA génératives.

Pour résoudre ces lacunes, il devient essentiel d'examiner les attitudes et les intentions des enseignants et des étudiants vis-à-vis des IA génératives pour mieux comprendre comment ces technologies sont perçues et utilisées. Ainsi, la présente recherche se fixe comme objectif principal d'explorer l'utilisation de ChatGPT dans le système des IUT, en examinant son utilisation par les étudiants dans le cadre des situations d'apprentissage et d'évaluation (SAE) ainsi que les perceptions des enseignants sur cet usage. Sur le plan méthodologique, l'étude repose sur une approche quantitative, mise en œuvre à travers un double questionnaire destiné à recueillir les attitudes et pratiques liées à l'IA générative, tant chez les enseignants que chez les étudiants d'IUT.

Pour ce faire, nous présentons une revue de la littérature suivie du cadre méthodologique ainsi que les principaux résultats et discussions qui en découlent.

## 2 Une synthèse de la littérature sur l'IA générative en contexte éducatif : état des lieux et perspectives de recherche

L'intégration de l'intelligence artificielle (IA) dans le domaine éducatif a fait l'objet de nombreuses recherches, offrant des perspectives variées sur ses impacts et ses usages. Wang et al. (2024) [1] dressent un panorama des avancées et des défis liés à l'IA dans l'éducation, mettant en lumière son potentiel pour transformer les pratiques pédagogiques tout en soulevant des préoccupations éthiques et déontologiques. Parmi les outils IA récents, ChatGPT suscite un intérêt croissant, en particulier pour son adoption par les étudiants et enseignants (Chan et Tsi, 2024 [2]; Espartinez, 2024, [3]).

Plusieurs études, comme celles de Galindo-Dominguez et al. (2024), [4] soulignent que les compétences numériques des enseignants jouent un rôle clé dans leur attitude envers l'IA. Une expertise numérique solide permet non seulement d'optimiser l'utilisation d'outils comme ChatGPT, mais aussi d'encourager une approche pédagogique proactive face à ces innovations. Du côté des étudiants, Acosta-Enriquez et al. (2024) [6] identifient des facteurs déterminants dans l'acceptation de l'IA, tels que la performance anticipée, l'effort perçu et l'influence sociale. Ces éléments favorisent une adoption plus large et confiante de ChatGPT en milieu académique.

En ce qui concerne les perceptions, des divergences significatives émergent entre les étudiants et les enseignants. Alors que les premiers valorisent les bénéfices tels que le gain de temps, la gestion du stress et l'amélioration des compétences académiques, les seconds expriment des réserves concernant les impacts de l'IA sur la créativité et l'esprit critique (Beege et al., 2024, [5]).

En synthèse, la littérature actuelle met en évidence le potentiel transformateur de ChatGPT, tout en soulignant les tensions et défis liés à son adoption. Ces travaux appuient la nécessité d'une analyse spécifique des perceptions et pratiques dans le cadre des IUT, contexte où les enjeux d'apprentissage et d'évaluation sont particulièrement critiques.

## 3 Cadrage méthodologique de la recherche

Deux questionnaires ont été administrés en Novembre 2024 : le premier auprès de 171 étudiants inscrits en BUT TC à l'IUT de Toulon ; le second auprès de 11 enseignants du département TC. Les données relatives aux questionnaires enseignants ne sont pas statistiquement significatives. Par contre, des approches statistiques ont pu être conduites sur les résultats du questionnaire étudiant.

## 4 Résultats et discussions

Il est intéressant de noter que 48 % des étudiants déclarent utiliser ChatGPT de manière avancée (optimisation des prompts par itération, chaînage de prompts, scénarios complexes, utilisation des GPT-3) contre seulement 27 % des enseignants. L'analyse du test du chi-deux révèle plusieurs relations statistiquement significatives. Ainsi, le degré de maîtrise de ChatGPT augmente avec l'année d'étude et la fréquence d'utilisation de ChatGPT.

Parmi les étudiants, 82 % utilisent ChatGPT pour les travaux de groupe, 55 % pour la rédaction de rapports, 50 % pour la révision des cours et 45 % pour la préparation aux examens.

Les étudiants perçoivent des bénéfices concrets dans l'utilisation de ChatGPT : celui-ci est reconnu pour son utilité dans le gain de temps (93 %), la réduction du stress et la gestion de la surcharge de travail (73 %), ainsi que pour l'amélioration des compétences académiques (64 %). ChatGPT est perçu comme encourageant l'esprit critique (55 %) et stimulant la créativité (57 %). Au final, 75 % des étudiants estiment que ChatGPT améliore leurs résultats aux SAE, avec un gain moyen de 2,4 points. De ce point de vue, les femmes estiment un gain de 1,79 point en moyenne, contre 3,63 points pour les hommes, ce qui pourrait correspondre à un biais d'optimisme masculin. Dans ces conditions, bien sûr, on peut s'interroger sur ce que les enseignants évaluent lorsqu'ils notent une SAE : évaluent-ils les compétences attendues ou également l'IAptitude de leurs étudiants ? 73 % des enseignants interrogés estiment évaluer les compétences attendues de la SAE, tandis que 27 % évaluent à la fois les compétences attendues et l'IAptitude des étudiants.

La perception des enseignants diverge sensiblement de celle des étudiants sur certains aspects : ainsi, 90 % estiment que ChatGPT limite la créativité, 100 % pensent qu'il étouffe l'esprit critique, et 81 % reconnaissent toutefois son apport dans l'amélioration des compétences académiques. Une autre différence notable concerne le rapport au plagiat. 74 % des étudiants ne ressentent aucun sentiment de plagiat lié à l'usage de ChatGPT. Les enseignants considèrent unanimement que l'utilisation de ChatGPT pose des problèmes déontologiques et éthiques. Cet écart s'explique sans doute par le fait que l'étudiant maîtrisant ChatGPT ne se contente pas de copier-coller la réponse obtenue. La réalisation d'une SAE comprend des tâches complexes qui requièrent l'expertise de l'étudiant. Ainsi, 83 % des étudiants déclarent sous-traiter à ChatGPT des tâches répétitives à faible valeur ajoutée. L'expertise humaine consiste alors à valider ces informations, demander des enrichissements, analyser les résultats et intégrer l'ensemble pour produire le rapport final. Ainsi, le script va sans doute remplacer la plume, mais les fonctions de validation, d'expertise et d'analyse ne sont pas près de disparaître.

## 5 Conclusion

En conclusion, l'analyse des usages et des représentations de ChatGPT par les étudiants et les enseignants révèle à la fois des bénéfices perçus et des préoccupations. Les étudiants, notamment ceux en années avancées, montrent une adoption plus large et plus sophistiquée de l'outil, qu'ils intègrent dans divers aspects académiques pour gagner du temps, réduire le stress et améliorer leurs compétences. En revanche, les enseignants se montrent plus réservés, exprimant des inquiétudes quant à l'impact de ChatGPT sur la créativité et l'esprit critique, bien qu'ils reconnaissent son potentiel pour renforcer certaines compétences académiques.

Par ailleurs, une divergence importante persiste concernant la question du plagiat et de l'éthique. Alors que de nombreux étudiants n'associent pas l'utilisation de ChatGPT au plagiat, les enseignants soulignent unanimement les enjeux déontologiques liés à son usage. Cette différence de perception pourrait s'expliquer par l'usage que font les étudiants de ChatGPT pour des tâches répétitives à faible valeur ajoutée, tout en conservant un rôle actif d'analyse et de validation dans leurs travaux.

Ces résultats suggèrent la nécessité d'une réflexion pédagogique sur l'intégration de l'intelligence artificielle dans l'enseignement et sur la redéfinition des compétences évaluées, afin de concilier innovation technologique et éthique académique.

## 6 Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude aux étudiants et collègues qui ont accepté de compléter ce questionnaire

## Références

[1] Wang, S., Wang, F., Zhu, Z., Wang, J., Tran, T., and Du, Z. (2024). Artificial intelligence in education: A systematic literature review. *Expert Systems with Applications*, 252, 124167. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124167.

[2] Chan, C. K. Y., and Tsi, L. H. Y. (2024). Will generative AI replace teachers in higher education? A study of teacher and student perceptions. *Studies in Educational Evaluation*, 83, 101395. https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2024.101395.

[3] Espartinez, A. S. (2024). Exploring student and teacher perceptions of ChatGPT use in higher education: A Q-Methodology study. *Computers and Education : Artificial Intelligence*, 7, 100264. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100264.

[4] Galindo-Domínguez, H., Delgado, N., Campo, L., and Losada, D. (2024). Relationship between teachers' digital competence and attitudes towards artificial intelligence in education. *International Journal of Educational Research*, 126, 102381. https://doi.org/10.1016/j.ijer.2024.102381.

[5] Beege, M., Hug, C., and Nerb, J. (2024). AI in STEM education: The relationship between teacher perceptions and ChatGPT use. *Computers in Human reports*, 16, 100494. https://doi.org/10.1016/j.chbr.2024.100494.

[6] Acosta-Enriquez, B. G., Ramos Farroñan, E. V., Villena Zapata, L. I., Mogollon Garcia, F. S., Rabanal-León, H. C., Morales Angaspilco, J. E., and Saldaña Bocanegra, J. C. (2024). Acceptance of artificial intelligence in university contexts: A conceptual analysis based on UTAUT2 theory. *Heliyon, 10*, e38315. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38315.

# Regard juridique sur les dix ans de la loi relative à l'économie sociale et solidaire

CARON Mathilde [1,*] DURAND Hélène [2,*] RAKOTOVAHINY Marie-Andrée [3*]

mathilde.caron@univ-lille.fr helene.durand@univ-perp.fr marie-andree.rakotovahiny@iut-tlse3.fr

[1] IUT de Lille
CRDP équipe LEREDS

[2] 2 IUT de Perpignan
CDED

[3] IUT de Toulouse
LERASS

RASOLONOROMALAZA Kristina[4*]
kristina.rasolonoromalaza@univ-fcomte.fr
[4] IUT Besançon-Vesoul
CRJFC

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thème –** *Droit*

**Résumé –** *Les autrices cumulent toutes les fonctions de chercheuses dans le domaine du droit de l'économie sociale et solidaire (ESS), d'enseignantes en IUT et de membres fondatrices de l'Association de recherche juridique sur l'économie sociale et solidaire (« l'ARJESS »), créée fin 2024.*

*Ce jeune* think tank *sur l'ESS, majoritairement académique, a pour objet la production et la valorisation de travaux collectifs de recherche en sciences juridiques.*

*Le Congrès National 2025 de la Recherche des IUT (CNR-IUT'25), quelques mois après le colloque inaugural de l'ARJESS sur les dix ans de la loi du 31 juillet 2014 relative à l'ESS dite « loi ESS », a donc semblé le moment idoine pour offrir aux collègues d'IUT un regard expert sur ce mode singulier d'entreprendre et pour susciter des discussions interdisciplinaires sur ce sujet, et plus largement sur la responsabilité sociale et environnementale des organisations.*

**Mots-Clés –** *Droit de l'entreprise, Économie sociale et solidaire, Responsabilité sociale et environnementale*

**Section(s) CNU pour cet article –** *01 – Droit privé et sciences criminelles*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## Introduction

L'ESS bénéficie d'une reconnaissance officielle avec la loi du 31 juillet 2014 relative à l'économie sociale et solidaire (ci-après "Loi ESS"). Celle-ci définit l'ESS comme un mode d'entreprendre adapté à tous les secteurs économiques et soumis à trois principes : une gouvernance démocratique, une non-lucrativité ou lucrativité limitée, et la poursuite d'activités économiques d'utilité sociale.

Après dix ans d'application, cette loi semble devoir être révisée dans la mesure où la définition juridique de l'objet à encadrer, c'est-à-dire l'entreprise de l'ESS, ne nous paraît pas suffisamment précise et stable (I) et où certaines pratiques courantes dans l'ESS mériteraient d'être mises en avant ou sécurisées par le droit (II).

## I. Les valeurs de l'ESS à mieux définir

### 1.1 La gouvernance démocratique (KR)

Une première conception de la notion de gouvernance démocratique consiste à la réduire au principe « une personne, une voix » dans l'attribution de droit de vote en assemblée générale. Quoique restrictive, cette définition présente l'avantage d'être communément admise, en droit français, en droit européen, dans les textes onusiens et dans les différents systèmes juridiques nationaux étrangers reconnaissant officiellement l'ESS. Elle met aussi en exergue la prépondérance de l'humain sur l'argent, ce qui explique que l'ESS soit fréquemment présentée comme une alternative au capitalisme.

Une seconde conception de la gouvernance démocratique, plus marginale, reviendrait à l'étendre à d'autres temps de la prise de décision en entreprise que la seule assemblée générale, et donc à d'autres acteurs que les membres, comme les salariés et les usagers. Elle interroge l'orientation classique vers une démocratie indirecte, via les mandataires sociaux que sont les membres de conseils d'administration ou de surveillance et, ultimement, par le biais des représentants légaux (président, gérant ou membres du directoire), et propose l'expérience de la démocratie directe à l'échelle de l'entreprise, tant dans les décisions dites de « management stratégique », notamment le choix de l'activité économique d'utilité sociale à poursuivre, que de « management opérationnel », telle que l'évaluation périodique de l'impact social.

Quelle acception retenir juridiquement ? Consacrer la conception élargie de la gouvernance démocratique en droit présenterait l'avantage de redonner aux différentes parties prenantes de l'entreprise le goût de la satisfaction de l'intérêt commun, dans un contexte international d'affaiblissement du modèle politique démocratique.

### 1.2 L'utilité sociale (HD)

La Loi ESS semble vouloir faire de l'utilité sociale un critère distinctif de l'ESS. Pourtant cette notion ne fait pas l'objet d'une approche uniforme. Il existe trois définitions juridiques différentes de l'utilité sociale, pour trois effets juridiques distincts : une acception fiscale pour l'exonération des impôts commerciaux de certaines structures de l'ESS, une autre pour déterminer les contours de la société coopérative d'intérêt collectif (SCIC), et enfin une dernière pour permettre aux sociétés commerciales d'intégrer l'ESS.

Si ces trois définitions ne se recoupent pas, il semble possible d'en dégager des critères communs afin d'unifier la notion d'utilité sociale. Ainsi, l'utilité sociale serait fonction de deux critères alternatifs :

- soit tout type d'activité visant un public vulnérable ;
- soit certaines activités listées par la loi (le développement de la cohésion territoriale par exemple, visant tout public).

L'adoption d'une conception unique de l'utilité sociale permettrait de mieux délimiter le champ de l'ESS et de faciliter l'accès à leurs droits pour ses acteurs.

En outre, toujours dans un objectif de clarification et de simplification, il paraît envisageable de la substituer à d'autres notions redondantes ou obsolètes, comme la reconnaissance d'utilité publique pour une association, ou encore la reconnaissance d'intérêt général pour les organismes sans but lucratif bénéficiant d'avantages fiscaux.

Cela supposerait le développement d'outils d'évaluation de l'utilité sociale d'une structure, ce qui correspond actuellement à une forte demande de la pratique. Les méthodes d'évaluation de l'impact social, conçues principalement par les bailleurs de fonds, ne semblent pas satisfaisantes. Des outils spécifiques, le moins standardisés possibles pour s'adapter à la nature de l'activité de la structure visée, sont aujourd'hui nécessaires.

La gouvernance démocratique et l'utilité sociale de l'activité sont des marqueurs identitaires de l'ESS. Mais cette alternative à l'économie conventionnelle se déploie au-delà des principes qui la caractérisent et se manifeste également dans des pratiques professionnelles.

## II. Les pratiques de l'ESS à promouvoir ou sécuriser

### 2.1 L'économie circulaire (MR)

En dépit des multiples réformes et lois applicables à l'économie circulaire, cette dernière ne fait pas l'objet d'une définition standardisée. Cependant, le législateur lui a fixé des objectifs de réduction et d'élimination des déchets.

ESS et économie circulaire s'opposent toutes les deux à un système économique basé sur la croissance illimitée et au renouvellement incessant de l'offre. Même si ces deux économies ne se situent pas au même niveau (l'ESS étant un mode d'entreprendre, et l'économie circulaire, un mode de production), il existe des convergences entre elles. Dans sa recherche d'utilité sociale, l'ESS avait déjà intégré la circularité dans son développement économique, bien avant que l'économie circulaire ne s'impose comme mode de production, en s'émancipant des structures de l'ESS.

La reconnaissance légale de l'économie circulaire par la loi du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire a permis aux entreprises de l'économie conventionnelle de s'emparer de ce mode de production, par l'inscription d'une raison d'être dans les statuts.

Les synergies existantes entre économie circulaire et ESS doivent être facilitées pour aboutir à la transition vers une société plus résiliente. Le renforcement de l'interaction entre ces deux économies implique que la lutte contre les inégalités sociales et environnementales et contre l'exclusion devienne un enjeu fondamental.

L'approche dominante de l'économie circulaire est celle de recycler les déchets sans nécessairement remettre en cause le modèle d'économie classique.

La conjugaison des principes de l'ESS avec l'économie circulaire peut contribuer à faire évoluer cette circularité faible, dont la finalité est de réduire la production des richesses, vers une circularité forte, qui génère autrement les richesses, par le changement des modèles d'affaires et des modes de conception, tout en modifiant la nature des besoins des consommateurs.

### 2.2 Le travailleur bénévole dans la SCIC (MC)

Le bilan de la Loi ESS a fait l'objet d'un avis en juin 2023 du Conseil Supérieur de l'Économie Sociale et Solidaire (CSESS). Il a été précédé d'une proposition de loi n°5239 visant à lever les freins au développement des SCIC. La question du bénévolat y est évoquée. Les problématiques liées au travailleur bénévole au sein des SCIC retiendront l'attention ici, car les petites structures de l'ESS se sentent en insécurité juridique en raison des incertitudes liées à la Loi ESS.

Il existe cinq types d'associés possibles dans la SCIC, dont les bénévoles. L'une des craintes des associés des SCIC, même si la problématique touche plus largement toutes les structures de l'ESS, est celui de la requalification juridique du bénévolat en salariat, et donc d'une condamnation à des sanctions pénales (emprisonnement, amende), administratives et civiles (dont le redressement URSSAF) pour travail dissimulé.

Ce risque est souligné par le rapport rendu par l'Inspection générale des affaires sociales (IGAS) en mai 2021 sur les SCIC et les coopératives d'activité et d'emploi (CAE). Il constate l'absence de sanctions prononcées par les URSSAF et considère que les SCIC bénéficient d'une dérogation de droit commun par comparaison aux sociétés commerciales pour lesquelles le recours au bénévolat est interdit. De plus, le CSESS préconise, dans le bilan de la Loi ESS, qu'un article L. 8221–6–2 soit inséré dans le Code du travail afin d'autoriser le bénévolat dans les SCIC, sous réserve d'un engagement libre et sans rémunération de l'intéressé en dehors de son temps professionnel et familial. Cet article protège sur le plan pénal sans exclure l'action civile. D'autres observateurs font état d'un besoin d'évolution de la Loi ESS sur ce thème afin de lever les freins au développement des SCIC.

Dans l'attente d'une réforme, sensibilisation des organismes de contrôle aux particularités des SCIC, guide pratique du recours au bénévolat dans les SCIC, chartes sont, avec le recours au rescrit social, des actions possibles.

## Conclusion

Outre les révisions de la Loi ESS envisagées dans cette proposition de communication, l'Association de recherche juridique sur l'économie sociale et solidaire (« l'ARJESS ») souhaite identifier, en 2025, d'autres pistes de clarification du champ de l'ESS, en menant par exemple des travaux collectifs sur les articulations possibles entre les labels, agréments, reconnaissances et habilitations existants, afin de simplifier les démarches administratives de l'ESS et d'éviter les redondances.

# Dialogues enseignement-recherche au service de l'apprentissage des étudiants : Le cas de l'outil TIPS[1]

Stéphanie Loup[1,*] stephanie.loup@iut-tlse3.fr
Olivier Catteau[2,] olivier.catteau@iut-tlse3.fr
Laurent Teresi[3] laurent.teresi@iut-tlse3.fr
Monica Alaez Galan[4,*] Monica.alaez-galan@iut-tlse3.fr
Denyze Toffoli[4,] denyze.toffoli@iut-tlse3.fr
Nolwena Monnier[4] nolwena.monnier@iut-tlse3.fr

[1] IUT A de Toulouse- Université Toulouse 3 Paul Sabatier
Laboratoire LGTO[1], IRIT[2], LERASS[3], LAIRDIL[4]

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Inter-sciences : Gestion - Droit - Informatique - Langues*

**Résumé –** *Le présent article vise à apporter des réponses à la question suivante : « L'IA peut-elle être un outil d'aide à l'acquisition de compétences pour les étudiants ? ». Cette communication détaille les résultats de la mise en pratique d'une culture du dialogue entre enseignants-chercheurs (EC) de diverses disciplines au service de l'apprentissage des étudiants. Conscients que bien savoir dialoguer avec une intelligence artificielle conversationnelle sera une compétence recherchée par de futurs recruteurs, un groupe d'EC en Informatique, Gestion et Droit de l'IUT de l'Université de Toulouse du département GEA Ponsan a créé un outil pédagogique (https://tips.aunege.net/). Il permet d'échanger avec un interlocuteur virtuel via une IA conversationnelle et d'obtenir les informations nécessaires pour résoudre les cas d'études proposés aux étudiants. La création et l'évaluation de cette innovation demande une réflexion élargie invitant au dialogue d'autres disciplines scientifiques, ici les collègues linguistes.*

**Mots-Clés –***IA, Inter sciences, Outil pédagogique*

**Section(s) CNU pour cet article –** *02, 06, 07, 11, 14 et 27*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –***NON*

[1] TIPS - Technologie Interactive pour Pratiques de Scénarios https://tips.aunege.net/

## 1 De l'utilisation de l'IA conversationnelle

Savoir converser avec une IA sera une compétence recherchée par un futur recruteur. Dans cette mutation du monde du travail, l'éducation à l'IA devient nécessaire pour en faire une alliée et sensibiliser les étudiants à ses biais et omissions en prenant notamment conscience des risques et des conséquences juridiques et éthiques de son utilisation. Tout en repensant la posture de l'enseignant face à l'IA, nous proposons de l'utiliser comme un outil au service de l'étudiant, en tant qu'aide à la résolution créative de problèmes. Ainsi un outil pédagogique visant à utiliser l'IA pour revisiter la méthode de cas a été conçu par trois enseignants-chercheurs (en gestion, informatique et droit) du département GEA Ponsan de Toulouse à l'occasion de deux SAÉ de 2ème et 3ième années. Au lieu de lire une étude de cas, afin d'identifier les données pertinentes aux questions posées, l'étudiant doit poser des questions à son interlocuteur virtuel pour obtenir les informations qui lui sont nécessaires. L'objectif est ici de développer les compétences des étudiants via une approche interactionniste et empathique de l'étude de cas rendue possible grâce à l'utilisation d'une IA générative.

## 2 L'étude de cas interactive : TIPS

Initialement conçu pour dialoguer avec un entrepreneur virtuel dans le but de développer chez les étudiants des capacités entrepreneuriales de diagnostic et de préconisation, l'outil peut aussi être utilisé dans d'autres contextes de dialogue avec un interlocuteur virtuel, voire plusieurs interlocuteurs virtuels. Il peut faire l'objet d'échanges en langue française ou dans d'autres langues.

L'enseignant peut créer à partir de l'outil autant de sujets de conversations qu'il le souhaite. Concevoir un sujet de conversation revient (1) à définir précisément les caractéristiques de l'interlocuteur virtuel (le rôle que doit jouer l'intelligence artificielle) et (2) à définir les consignes données aux étudiants (qui n'ont pas connaissance des caractéristiques de l'interlocuteur virtuel). L'étudiant découvrira alors les données du cas en fonction de la pertinence de ses questions. Un suivi des questions posées est possible par l'enseignant permettant ainsi une évaluation formative et sommative du travail de l'étudiant.

L'évaluation des dispositifs pédagogiques est un sujet aussi sensible que complexe. Dans notre cas, le retour des étudiants a été très positif, évalué par la mise en place d'un questionnaire basé sur des échelles de likert et par le traitement des verbatims en réponse à des questions ouvertes. Travailler avec l'IA est *« bien plus agréable, efficace et ludique que de lire un texte »*, *« le dialogue avec l'IA est un 20/10 sans aucun doute, il permet de faire un diagnostic très concret et cohérent de la situation de l'entrepreneur, tout en nous obligeant à creuser pour obtenir les infos souhaitées nous-mêmes »*, *« cette technique nous a poussé à nous questionner »* ou encore *« enfin on utilise les IA, il faut continuer »*. La teneur des verbatims étudiants à l'issu du projet pédagogique initial, leur engouement pour la/cette ? démarche, a stimulé notre réflexion scientifique et ouvert la voie à une recherche sur cette thématique. Notre posture d'enseignant ne pouvant être décorrélée de notre posture de chercheur nous interrogeons les besoins et méthodes d'apprentissage de nos étudiants avec des méthodes de chercheurs, l'outil TIPS servant ici d'aide à la résolution créative de problèmes posés par le cas d'étude.

L'association de trois disciplines (gestion, informatique et droit) à l'origine de la réflexion encourage une réflexion interdisciplinaire élargie.

## 3 Pour une approche inter-sciences des outils pédagogiques

L'élargissement de cette réflexion est désormais partagé par quatre laboratoires : LGTO (gestion), IRIT (informatique), Lerass (sciences sociales) et Lairdil (didactique des langues) qui s'est joint à la réflexion sur l'invitation des laboratoires initiateurs du projet. Le laboratoire Lairdil s'est approprié cette proposition de travail interdisciplinaire entre différents laboratoires et partage la problématique commune de recherche.

Un des pans épistémologiques de la didactique des langues repose sur les théories de la motivation puisque derrière ce terme se cachent les raisons qui poussent tout un chacun à agir, mais aussi qui expliquent, de manière énigmatique, pourquoi certains réussissent alors que d'autres non. Un verbatim-étudiant du projet initial a particulièrement retenu l'attention des collègues linguistes : *« enfin on utilise les IA, il faut continuer »*. Ce verbatim nous dit que l'IA est source de motivation pour l'étudiant et donc d'engagement. Mais cet intérêt est-il seulement transitoire, lié à un effet de nouveauté ? Ce sont des questions que se posent aussi les autres disciplines.

À partir de ce constat étudiant, comment des enseignants-chercheurs des disciplines différentes peuvent-ils collaborer pour construire une réflexion scientifique interdisciplinaire fondée sur ce dispositif s'appuyant sur l'IA ?

## 4 Vers une réflexion scientifique inter-sciences

Pour le laboratoire LGTO, l'intérêt est d'observer le développement des capacités entrepreneuriales pour les ESIE (Étudiant Sans Intention Entrepreneuriale) et la pédagogie entrepreneuriale ; pour l'IRIT, il s'agit d'apprécier l'acquisition des compétences en environnement informatisé ; pour le Lerass, il est question de traiter la problématique de l'application du droit sur l'IA, l'aspect éthique de l'IA ; pour le Lairdil,

l'observation porte sur la collecte et l'analyse des prompts rédigés par les étudiants en langue étrangère, en l'occurrence l'anglais et l'espagnol, dans un travail de langue de spécialité avec pour but d'enrichir les compétences linguistiques de l'étudiant et d'apprécier si cette création de contenu, partagée avec une machine, est stimulante.

Plusieurs problématiques communes à l'ensemble de ces acteurs peuvent être déclinées :

- Quel est le degré d'engagement de l'étudiant dans une discipline grâce à l'outil IA ?
- Quelle est la relation établie entre l'apprenant et l'outil (informatique dynamique et capacitant), sous l'angle disciplinaire ?
- Comment l'utilisation d'une langue, notamment étrangère (corpus thématique, lexicale, grammaticale, …) se trouve-t-elle modifiée lorsqu'un étudiant « converse » avec une IA ?

## 5 Conclusions

Pour apporter un premier élément de réponse à la question « L'IA peut-elle être un outil d'aide à l'acquisition de compétences des étudiants ? », l'utilisation de l'outil TIPS nous encouragerait à répondre par l'affirmative. Nous constatons que la pratique d'une culture du dialogue entre enseignement et recherche est enrichissante et nécessaire. L'expérience TIPS présentée dans son processus de déroulement pédagogique, souligne tout l'intérêt d'une approche pluridisciplinaire et d'un dialogue fertile, entre différentes disciplines scientifiques, sources de motivation pour l'apprentissage de nos étudiants.

## 6 Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude à l'université thématique AUNEGE ainsi qu'à l'ensemble des collègues et étudiants ayant testé l'outil TIPS dans différents contextes d'enseignement : SAÉ « Transformation numérique de l'organisation », BUT 3ème année GEA (150 étudiants en 2023, 150 étudiants en 2024) ; SAÉ spécifiques « Business model » (2023 et 2025) et « Business plan » (2024), 40 étudiants de BUT 2eme année GEA option GEMA ; Atelier de la centrale pédagogique des IUT à La Rochelle, 20 collègues d'IUT (juillet 2024) ; Tests en langue anglaise et espagnole avec 3 collègues linguistes du LAIRDIL (septembre 2024) ; 5 Universités partenaires d'AUNEGE (début 2025).

## Références

*1 Ames, C. (1992). Salles de classe : objectifs, structures et motivation des élèves. Journal of Educational Psychology, 84 (3), 261-271.*

*2 Bidault, F., Castello, A. et Raies, K. (2021). L'apport des simulations d'entreprise à la pédagogie et la recherche en entrepreneuriat : bilan et propositions. Revue de l'Entrepreneuriat, 21.*

*3 Catteau, O., Loup, S. et Teresi, L. (2024). L'IA conversationnelle au service de l'enseignant pour donner corps à un cas fictif. 5ème atelier de recherche AUNEGE , Paris.*

*4 Catteau, O., Loup, S. et Teresi, L. (2024). N°6 : Comment utiliser l'IA pour revisiter la méthode des cas ?, Petit-déjeuner AUNEGE de l'IA au service des enseignants-chercheur.*

*5 Delanoë-Gueguen, S., Gueguen, G. & Laviolette, EM (2023). Concevoir et piloter un programme d'apprentissage expérientiel - Une approche analysant les réflexions des étudiants. Revue française de gestion, 49 (308), 55-72.*

*6 Lefebvre, Q. (2018). Pédagogie active et créativité entrepreneuriale : apport des études de cas vivants. 4e Rencontre entre acteurs des réseaux d'accompagnement et chercheurs, Montpellier.*

*7 Léger-Jarniou, C. (2008). Développer la culture entrepreneuriale chez les jeunes : Théorie(s) et pratique(s). Revue française de gestion, 5 (185), 161-174.*

*8 Mesny, M. (2016). Guide de production de cas pédagogiques. Revue internationale de cas en gestion, Centre des cas HEC Montréal, 2016, 19 p.*

*9 Petelin T. et El Kachaï. H. (2023). Learning Analytics et recherche scientifique au prisme du droit des données personnelles : contribution d'un projet de recherche en Éducation aux Médias et à l'Information. Conférence EIAH 2023, 205-216.*

*10 Quinio, B. et Bidan, M. (2023). ChatGPT : Un robot conversationnel peut-il enseigner ? Gestion et science des données. https ://gérer-science des données.ou/articles/22060/ ????*

*11 Salas-Pilco, SZ, Xiao, K. et Hu, X. (2022). Intelligence artificielle et analyse de l'apprentissage dans la formation des enseignants : une revue systématique. Sciences de l'éducation.*

*12 Schumann, PL, Anderson, PH, Scott, TW et Lawton, L. (2001). Un cadre pour évaluer les simulations en tant qu'outils pédagogiques. Développements dans la simulation d'entreprise et l'apprentissage expérientiel : Actes de la conférence annuelle ABSEL, (28).*

*13 Vallerand, RJ et Thill, EE (1993). Introduction à la psychologie de la motivation. Laval : Éditions Études Vivantes.*

*Weiner, B. (1994). Integrating social and personal theories of achievement striving. Review of Educational Research, 64(4), 557-573.*

# Extraction et caractérisation des bactériocines produites par le complexe d'espèces *Ralstonia solanacearum*

**Eva Caly Simbou [1,2], Stéphane Ramin Mangata[2] , Stéphanie Javegny[1], Philippe Laurent[2], Stéphane Poussier[2] Yann Pecrix[1],**

**[1] Cirad, UMR PVBMT, 97410 Saint-Pierre, la Réunion**
**[2] Université de La Réunion, UMR PVBMT, 97400 Saint-Denis, La Réunion**

**Thèmes :** Biologie

**Résumé**

Les bactériocines sont des protéines antimicrobiennes sécrétées dans l'environnement par certaines bactéries. Chez les bactéries du complexe d'espèces *Ralstonia solanacearum*, ces protéines pourraient être impliquées dans un mécanisme de compétition intraspécifique qui expliquerait la répartition de ces bactéries dans la zone du sud-ouest de l'Océan Indien (SOOI). En effet, à Madagascar, c'est la lignée I-18 (phylotype I sequevar 18) qui prédomine, alors que dans les autres îles, la lignée I-31 (phylotype I sequevar 31) est majoritaire.
Nous montrons *in vitro*, qu'il existe, au sein des souches du *ceRs,* une certaine divergence concernant à la fois la production de bactériocines, et la sensibilité des souches face à celles-ci. Les bactériocines produites par une souche I-18 (BPS-1) sont actives contre une souche de I-31 dans une gamme de pH située entre 3 et 11 et dans une gamme de température comprise entre 30°C et 52°C. L'activité antimicrobienne de cette souche serait dûe à une ou plusieurs molécules de plus de 100 kDa. *In planta*, le filtrat de culture de la souche BPS-1 inhibe le flétrissement bactérien induit par la souche I-31. Ces résultats sont encourageants pour la mise en place d'un traitement innovant contre le flétrissement bactérien, seconde phytobactériose à l'échelle mondiale, contre laquelle aucun traitement n'existe actuellement.

**Mots-clés** : Complexe d'espèces *Ralstonia solanacearum*, bactériocines, flétrissement bactérien, biocontrôle

**Section(s) CNU pour cet article : 64 - 65**

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) - *OUI***

## 1. Introduction

Les bactériocines sont des protéines antimicrobiennes sécrétées dans l'environnement par certaines bactéries. Leur activité est dirigée contre les bactéries proches phylogénétiquement de la bactérie sécrétrice. Ces molécules sont perçues comme des alternatives à l'émergence des bactéries multi-résistantes aux antibiotiques et sont déjà utilisées dans de nombreux domaines, notamment en agroalimentaire, où elles sont utilisées en tant qu'agents de conservation naturels. En agriculture, malgré leur potentiel, les bactériocines restent très peu étudiées. [1, 2, 3]

Le flétrissement bactérien, deuxième phytobactériose à l'échelle mondiale, impacte plus de 250 espèces de plantes, dans plus de 54 familles botaniques dont les solanacées (pomme de terre, tomate, aubergine…). Cette phytopathologie irréversible est causée par les bactéries du complexe d'espèces *Ralstonia solanacearum* (*ceRs*), présentes surtout dans les régions tropicales et subtropicales. Il s'agit de bactéries à Gram négatif, qui sont divisées en 3 espèces et 4 groupes phylogénétiques (nommés phylotypes) suivant leur origine géographique. Ainsi, les souches provenant d'Asie et d'Afrique sont regroupées au sein de l'espèce *Ralstonia pseudosolanacearum* et constituent les phylotypes I et III, respectivement. L'espèce *Ralstonia solanacearum* regroupent les souches du phylotype IIA et IIB originaires d'Amérique. L'espèce *Ralstonia syzygii* contient les souches du phylotype IV originaires d'Indonésie, du Japon et d'Australie. Enfin, chaque phylotype est subdivisé en sequevars. Cette classification plus fine est basée sur des variations nucléotidiques de la séquence du gène de l'endoglucanase. A ce jour, 70 sequevars ont été identifiés. [4]

Les études épidémiologiques menées dans la zone du sud-ouest de l'océan Indien (SOOI) ont mis en évidence de fortes différences de prévalence entre les souches d'un même phylotype. Au niveau des petites îles comme La Réunion, Rodrigues, Mayotte, Les Comores et Les Seychelles les souches majoritaires sont celles du phylotype I, sequevar 31 (I-31). En revanche, à Madagascar, ce sont les souches du phylotype I sequevar 18 (I-18) qui prédominent. Ce contraste épidémiologique suggère l'existence de mécanismes de compétition intraspécifiques. En effet, nous avons montré que les activités de type bactériocines de certaines souches de la lignée I-18 ciblaient les souches de la lignée I-31 des petites îles du SOOI [5]. Ces résultats suggèrent que la divergence de distribution des souches épidémiques du *ceRs* dans les îles du SOOI pourrait être en partie expliquée par les activités de type bactériocines propres aux lignées I-31 et I-18. Toutefois, chez les bactéries du *ceRs*, aucune bactériocine n'a été caractérisée au niveau moléculaire.

Ainsi, les objectifs de cette étude sont (i) d'extraire les bactériocines produites chez un groupe de souches représentatives de la diversité du *ceRs* et d'évaluer le spectre de leur capacité antimicrobienne, (ii) d'étudier la stabilité de l'activité des bactériocines produites par une souche de la lignée I-18 afin (iii) d'évaluer son potentiel dans la mise en place de moyen de biocontrôle pour endiguer le flétrissement bactérien causé par la souche épidémique réunionnaise de la lignée I-31.

## 2. Matériels et méthodes

### 2.1 Sélection des souches

Les souches utilisées pour cette étude sont issues de la collection "RUN" de souches internationales du *ceRs* conservées en cryotubes au sein du laboratoire PVBMT. Les 208 souches incluses dans le criblage d'activité bactériocines ont été sélectionnées de manière à représenter au mieux la diversité du *ceRs*.

### 2.2 Test d'activité bactériocine

Après une culture bactérienne d'une nuit, le sécrétome est isolé par centrifugation à 10 000 G pendant 10 minutes. Une filtration sur membrane à 0,22 µm permet d'obtenir le filtrat brut. Les filtrats bruts obtenus à partir des 208 souches sélectionnées sont testés sur chacune d'entre elles. L'activité des filtrats est évaluée par la technique de diffusion en milieu gélosé ensemencé en masse avec la souche cible. 10 µl de chaque filtrat sont déposés sur le milieu gélosé. Après une incubation de 24 heures à 28°C, l'activité antibactérienne est évaluée par le biais de l'observation du halo d'inhibition de croissance formé selon un score allant de 0 (pas de halo d'inhibition de croissance) à 100 (halo d'inhibition de croissance large et intense).

### 2.3 Stabilité de l'activité bactériocine de BPS-1

Les tests de stabilité (température, pH et digestion enzymatique) sont réalisés sur du filtrat frais d'une souche I-18 (BPS-1), conservé à température ambiante pendant 3 semaines ou ayant subi 10 cycles de congélation/décongélation. Les tests d'activité bactériocines sont réalisés *in vitro* sur une souche cible réunionnaise RUN3012 (I-31).

### 2.4 Activité des bactériocines produites par BPS-1 *in planta*

Les cultures de tomates (variété Roma) ont lieu en chambre de culture (28°C, 16 heures de photopériode). L'inoculation des plantes âgées de trois semaines a lieu par le biais d'arrosage contaminé par la souche épidémique réunionnaise RUN 3012 (phylotype I sequevar 31), à hauteur de 10^8 $CFU.mL^{-1}$. Les plantes sont ensuite arrosées ponctuellement par du filtrat de culture de BPS-1 (ohylotype I, sequevar 18) dilué au 1:4 dans de l'eau osmosée. Des témoins arrosés à l'eau et sans contamination par la souche RUN 3012 complètent ce test d'activité *in planta*, à raison de dix plantes par conditions.

## 3. Résultats

### 3.1. Des clusters d'activité existent au sein des souches de *ceRs*

La réalisation du criblage d'activité bactériocine sur 208 souches du *ceRs* a permis de confirmer une disparité de production entre les souches. Ainsi, les filtrats de 10 souches (impliquant les 4 phylotypes) ne sont actives sur aucune autre. Inversement, certaines souches ont révélé une activité bactériocine ubiquitaire au sein de la diversité du *ceRs* (phylotype IIB-25, I-13 et III-36). En outre, les bactéries dont le filtrat inhibe le plus grand nombre de souches se sont avérées les moins sensibles aux filtrats des autres souches.

Enfin, au sein de certains sequevars, les souches ont un comportement similaire et certains clusters d'activité peuvent être identifiés.Parmi ceux-ci, les souches de la lignée I-18 présentent une activité antimicrobienne dirigée contre les souches de la lignée I-31. Cela confirme les travaux précédents sur le contexte épidémique de la zone du SOOI [5].

### 3.2. L'activité bactériocine de BPS-1 (I-18) est stable

Sur l'ensemble des conditions, ces tests ont montré une activité bactériocine-like maximale dans une gamme de pH comprise entre 3 et 11 et une gamme de température comprise entre 32°C et 52°C. Un traitement à la protéinase K et à la trypsine inhibe l'effet du filtrat confirmant la présence d'une activité de type bactériocine

### 3.3 Les bactériocines produites par BPS-1 de la lignée I-18 empêchent l'infection des plantes par la souche RUN3012 de la lignée I-31

En chambre de culture, le filtrat de la souche BPS-1 (lignée I-18) a été capable d'empêcher l'apparition du flétrissement bactérien induit par la souche épidémique réunionnaise RUN3012 (lignée I-31) chez les tomates de variété Roma, très consommées à La Réunion. L'arrosage préventif à J-2 avant l'inoculation ainsi que l'arrosage curatif à J+2 après l'inoculation ont mis en évidence le potentiel des bactériocines pour le biocontrôle du flétrissement bactérien.

## 4. Conclusion

Dans la zone du SOOI, les souches du *ceRs* sont inégalement réparties. Cette différence de prévalence pourrait s'expliquer par la sécrétion de protéines antimicrobienne impliquée dans la compétition intra-spécifique : les bactériocines.

Nous avons pu montrer qu'il existe une certaine disparité concernant la production de bactériocines au sein des 208 souches représentatives de la diversité mondiale du c*eRs*. Ainsi, les souches de la lignée I-18 (prévalente à Madagascar) produisent des bactériocines actives contre une majorité des souches de la lignée I-31 (prévalente dans les autres petites îles de la zone) *in vitro* et *in planta*.

Ces résultats sont prometteurs pour la mise en place d'une méthode de lutte contre le flétrissement bactérien causé par les bactéries du *ceRs,* phytopathologie pour laquelle il n'existe, à l'heure actuelle, pas de moyen de lutte efficace.

### Références bibliographiques


[1] Zou J, Jiang H, Cheng H, et al. Strategies for screening, purification and characterization of bacteriocins. Int J Biol Macromol 2018; 117: 781–789.

[2] Kim J-G, Park BK, Kim S-U, et al. Bases of biocontrol: Sequence predicts synthesis and mode of action of agrocin 84, the Trojan Horse antibiotic that controls crown gall. Proc Natl Acad Sci 2006; 103: 8846–8851.

[3] Riley MA, Wertz JE. Bacteriocins: Evolution, Ecology, and Application. Annu Rev Microbiol 2002; 56: 117–137.

[4] Fegan M, Prior P. How Complex is the "Ralstonia Solanacearum Species Complex. Bact Wilt Ralstonia Solanacearum Species Complex.

[5] Rasoamanana H, Ravelomanantsoa S, Nomenjanahary M-V, et al. Bacteriocin Production Correlates with Epidemiological Prevalence of Phylotype I Sequevar 18 Ralstonia pseudosolanacearum in Madagascar. Appl Environ Microbiol; 89: e01632-22.

# " Vers des Lasers ultraviolets plus performants : la croissance de fibres monocristallines de borates par microgoutte pendante "

Marianne Cochez*
marianne.cochez@univ-lorraine.fr

IUT-Moselle-est, Université de Lorraine
Laboratoire Matériaux, Optique, Photonique et Systèmes UR 4423 (Université de Lorraine, CentraleSupélec)

**Thèmes –** *Chimie - Matériaux*

**Résumé –** *Les lasers produisant des rayons ultraviolets (UV) sont en pleine croissance, en raison de leur efficacité dans des domaines exigeant une haute intensité et précision, comme la transmission ou le stockage optique de données, la microfabrication ou l'ophtalmologie. Le remplacement des lasers excimères à gaz traditionnels par des lasers tout solide apporte d'importants avantages : ils offrent une fiabilité accrue et sont plus économiques et sécurisés tout en étant flexibles et facilement miniaturisables. Ce progrès implique la quête de nouveaux matériaux adaptés aux exigences des technologies actuelles, puisque les matériaux existants présentent des limites manifestes à cet égard. Les monocristaux appartenant à la famille des borates se révèlent être une piste prometteuse pour la fabrication des lasers UV en permettant d'atteindre les longueurs d'ondes VUV (Vacuum UV ou UV profond) par le biais du doublage de fréquence. Le présent article expose une méthode novatrice de croissance de fibres monocristallines, appelée microgoutte pendante, qui facilite l'exploration de nouveaux matériaux borates.*

**Mots-Clés –** *Croissance cristalline par microgoutte pendante, LASER UV, Borates, Conversion de fréquences*

**Section(s) CNU pour cet article –** *33*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** ~~*OUI*~~ */ NON*

## 1 Introduction

Les lasers ultraviolets de haute puissance suscitent un intérêt croissant depuis de nombreuses années en raison de leurs caractéristiques exceptionnelles en termes d'intensité, de qualité élevée et de durée de vie prolongée qui ouvrent la voie à divers progrès dans la recherche fondamentale et appliquée. Leur utilisation se retrouve dans des domaines variés tels que la médecine (ophtalmologie, dermatologie) ainsi que dans le domaine du traitement des matériaux pour le marquage, la découpe et la microélectronique.

Les lasers à gaz excimères, actuellement principales sources de rayonnement UV, sont amenés à être remplacés par des systèmes « tout solide » dans un proche futur, grâce aux progrès récents réalisés par les cristaux optiques non linéaires (ONL) qui permettent d'accéder à des longueurs d'onde non directement atteignables par effet laser direct, par le biais de conversion de fréquences. Parmi ceux-ci, les cristaux de la famille des borates sont potentiellement intéressants. Au cours des dernières décennies, des études intensives ont abouti à l'élaboration de divers borates ONL commerciaux (LBO, CBO, YCOB..), largement utilisés en conversion de fréquences des lasers Nd: YAG, pour la réalisation de dispositifs lasers solides UV. Malheureusement, ces borates présentent plusieurs inconvénients qui limitent leur performance et freinent leur développement : hygroscopiques, biréfringence (capacité à dédoubler et orienter la lumière) insuffisante, absorption dans l'UV trop importante, présence d'impuretés ou de défauts résiduels pouvant causer des dommages irréversibles à haute énergie et réduire leur durée de vie. Actuellement, il manque des matériaux ONL disponibles pour la génération de laser dans l'ultraviolet profond ou Vacuum UV (VUV) ($\lambda$<300 nm).

Cet article propose des exemples de développement de nouveaux borates par une technique innovante de croissance cristalline, appelée microgoutte pendante (µPD), qui permet de relever ces défis.

## 2 La technique de la micro-goutte pendante (micro-pulling down : µPD)

La µPD mise au point dans les années 1990 [1] est une méthode originale peu développée dans le monde, et utilisée principalement dans des laboratoires de recherche, des universités et certaines industries de haute technologie, notamment pour produire des cristaux pour des applications optiques, électroniques et laser qui nécessitent des cristaux de petite taille, de géométrie précise, mais de haute pureté et de qualité optique (exempt de défauts). Ce procédé repose sur le principe du tirage de cristaux vers le bas, en continu (figure 1) : le matériau sous forme de poudre placé dans un creuset est fondu ; la goutte formée à la sortie du creuset est mise en contact avec un germe (cristal orienté) qui est progressivement tiré vers le bas, vers une zone de température plus basse, permettant la solidification du matériau, formant ainsi le cristal. Le cristal obtenu allongé dans une direction (jusqu'à 1 m), avec un diamètre variant du µm au mm, est appelé fibre.

Comparée aux techniques classiques de croissance cristalline, la µ-PD offre un contrôle précis de la composition chimique, permettant la production de cristaux de haute pureté dopés ou non et une homogénéité structurelle. Elle est plus rapide, nécessite peu de matière première, et le coût d'équipement est plus abordable, ce qui réduit les coûts de fabrication des cristaux. Elle est ainsi particulièrement adaptée pour la recherche de nouveaux matériaux afin d'optimiser les paramètres de croissance et améliorer leur qualité cristalline. Elle permet d'une part de définir rapidement si la croissance du matériau peut être transposée à une technique conventionnelle pour la réalisation de cristaux massifs, en vue d'une application industrielle et d'autre part, la forme spécifique des fibres cristallines et leur capacité à guider la lumière permet aussi leur intégration directe dans des dispositifs en nécessitant peu d'usinage. Les fibres monocristallines peuvent ainsi trouver des débouchés commerciaux.

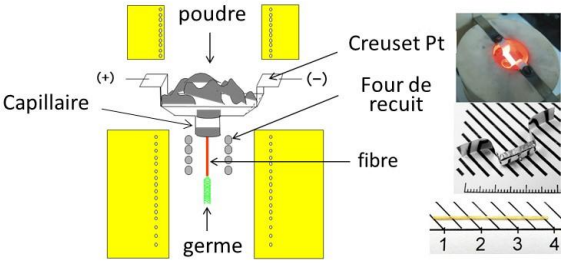



Figure 1 – Schéma de la technique µ-PD et exemple de fibre cristalline

## 3 Recherche de nouveaux borates comme source VUV

Actuellement, il n'existe aucun cristal dans lequel il soit possible de générer directement un effet laser UV. La méthode la plus couramment employée pour la réalisation de lasers VUV repose sur l'utilisation en cascade de plusieurs cristaux non linéaires permettant de générer la longueur d'onde souhaitée à partir d'un laser fondamental émettant dans le proche infrarouge (1064 nm). Cette source initiale est largement disponible, puissante et modulable. Le processus consiste notamment à doubler la fréquence de la lumière de manière successive grâce à la génération de seconde harmonique (GSH), (figure 2). Les matériaux appartenant à la famille des borates, reconnus pour leurs propriétés non linéaires provenant de leur

structure cristalline spécifique, rendent ce type de conversion possible.

Au cours des quinze dernières années, nous avons mené un travail exploratoire sur la croissance sous air de fibres cristallines de cinq nouveaux borates, caractérisés par leur stabilité chimique et leur non-hygroscopicité. Ces matériaux, potentiellement intéressants, ont donné des résultats variés, allant de succès prometteurs à des défis techniques à surmonter.

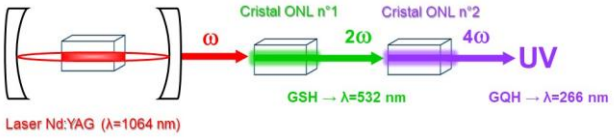



Figure 2 – Génération de lumière UV (193 nm - 300 nm) par conversion de fréquences IR

### 3.1 Fluoroborate de calcium $Ca_5(BO_3)_3F$ (CBF)

Nous avons étudié la croissance par µPD du composé CBF, qui présente une fusion non congruente, c'est-à-dire que sa composition chimique ou sa structure change lors du passage de l'état solide à l'état liquide. Sa croissance nécessite l'utilisation d'un flux, en ajoutant une substance facilitant sa dissolution et la formation de cristaux. Pour la première fois, nous avons réussi à obtenir des fibres monocristallines transparentes, exemptes de défauts macroscopiques et d'inclusions, avec une composition homogène sur toute leur longueur, à partir d'un flux à base de LiF [2]. Cependant, nous n'avons pas encore obtenu des cristaux orientés de manière optimale pour la conversion de fréquences.

### 3.2 Borate de zinc et bismuth $Bi_2ZnB_2O_7$ (BZBO)

Nous avons également obtenu, pour la première fois, des fibres cristallines de BZBO [3]. Cependant, l'obtention de cristaux transparents, homogènes et incolores s'est avérée très complexe, les fibres produites présentant souvent une coloration jaune-orangée prononcée, compromettant leur utilisation potentielle. Il reste nécessaire d'optimiser les conditions de tirage pour obtenir des cristaux exempts de défauts.

### 3.3 Borate de baryum $BaB_2O_4$ (BBO)

Nous avons également réussi à obtenir, pour la première fois, des fibres cristallines de β–BBO de différentes orientations directement à partir d'un bain pur de BBO en surfusion et nous avons optimisé leur croissance. Cela a permis de réaliser des mesures d'absorption optique et des tests de génération de second harmonique sur une fibre alignée selon l'angle d'accord de phase pour la conversion de 1064 nm à 532 nm [4] (figure 3). La prochaine étape consistera à effectuer la conversion de fréquence pour l'obtention d'un laser UV à partir de deux fibres orientées.

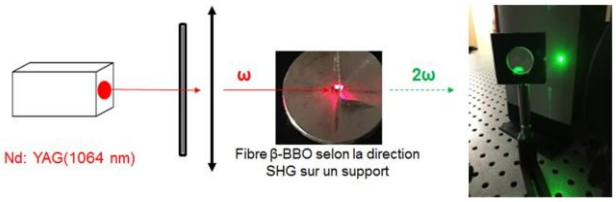



Figure 3 – Génération de seconde harmonique par BBO.

### 3.4 Des échecs : le borate de lanthane et de germanium $LaBGeO_5$ (LBGO) et le fluoroborate de baryum et de calcium $BaCaBO_3F$ (BCBF)

Deux autres borates ont été explorés mais leur croissance a dû être abandonnée :

- La croissance directe de LBGO à partir du liquide par la méthode µPD s'est avérée impossible en raison de sa viscosité trop élevée.
- Pour BCBF, la viscosité élevée du liquide a considérablement compliqué le tirage, tandis que la réaction entre le liquide et le creuset en platine a produit des fibres opaques et d'une coloration très sombre.

## 4 Conclusions

Les fibres monocristallines restent au cœur d'enjeux économiques cruciaux dans les applications de haute technologie en optique. Les industriels recherchent en permanence de nouveaux matériaux capables d'offrir des performances supérieures pour répondre à une demande en constante évolution et, surtout, pour stimuler l'émergence de nouvelles applications. Bien que la méthode µPD soit une technique de croissance rapide, cet article met en lumière la difficulté et l'exigence impliquées dans le développement et l'amélioration de cristaux innovants - une tâche ardue mais cruciale.

## 5 Remerciements

L'auteur exprime sa gratitude aux doctorants Nader Kozhaya, Farah Assi et Nawal Ferdi qui ont contribué à la recherche de ces nouveaux borates.

## Références

[1] D.H. Yoon, I. Yonenaga, T. Fukuda, N. Ohnishi, *Crystal growth of dislocation-free $LiNbO_3$ single crystals by micro pulling down method*, J. of Cryst. Growth, 142, 1994, p339-343.

[2] N. Kozhaya, M. Ferriol, M. Cochez, M. Aillerie, A. Maillard, *Growth and characterization of $Ca_5(BO_3)_3F$ fiber crystals, a new nonlinear optical material for UV light generation*, Optical Materials, 33 (11), 2011, p 1621-1625.

[3] F Assi, M Ferriol, M Cochez, M Aillerie, B Ponting, G Maxwell, *Towards good quality $Bi_2ZnB_2O_7$ fibers grown by the micro-pulling down technique*, J. of Cryst. Growth, 451, 2016, p 1-5.

[4] N. Ferdi, R. Maillard, A. Maillard, M. Cochez, *Flux-free growth of Beta Barium metaborate single crystal fibers by micro-pulling down technique*, Crystal Growth & Design, 22, 2022, p 3174-3181.

# Un système Cyber-Physique autonomique au service de l'Éducation 4.0 : répondre aux défis de la transformation numérique des institutions académiques

Nicolas Evain[1,2,*] Ernesto Exposito[1] Philipe Arnould[1,2]

nicolas.evain@univ-pau.fr ernesto.exposito@univ-pau.fr philippe.arnould@univ-pau.fr

[1] Universite de Pau et des Pays de l'Adour
E2S UPPA, LIUPPA, Anglet, France

[2] IUT des pays de l'Adour
E2S UPPA, LIUPPA, Mont de Marsan, France

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Informatique - Éducation*

**Résumé –** *La transformation numérique accélérée que nos sociétés connaissent depuis plusieurs décennies a créé d'importantes différences générationnelles, culturelles, sociales et géographiques qui limitent fortement les opportunités et les possibilités d'inclusion dans notre société. Les compétences numériques des enseignants et les outils numériques déployés dans les établissements d'enseignement ne sont pas encore globalement consolidés et nécessitent un accompagnement progressif. L'objectif principal de ce travail de recherche est la conception d'un système cyber-physique, qui intègre des systèmes de gestion de l'apprentissage, des systèmes de communication et d'interaction et des espaces d'apprentissage physiques, afin de soutenir les institutions éducatives dans le déploiement d'innovations pédagogiques et numériques qui visent non seulement l'acquisition réussie de compétences, mais qui brisent également les barrières de la distance géographique, temporelle et sociale, favorisant ainsi l'inclusion et les opportunités pour tous les étudiants.*

**Mots-clés –** *Transformation Numérique, Éducation 4.0, Systèmes Cyber-Physique, Apprentissage Personnalisé*

**Section(s) CNU pour cet article –** *27*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *OUI*

# 1 Introduction

La transformation numérique accélérée que connaissent nos sociétés depuis plusieurs décennies a créé d'importantes différences générationnelles, culturelles, sociales et géographiques, limitant considérablement les opportunités et les possibilités d'inclusion. Ces transformations impactent particulièrement les écosystèmes éducatifs, qui ont évolué depuis l'Antiquité jusqu'à nos jours parallèlement à des changements sociaux et économiques majeurs, ainsi qu'à des innovations pédagogiques et technologiques. Ces évolutions ont conduit à l'avènement de ce que l'on pourrait appeler l'éducation du futur, ou éducation 4.0. La massification de l'éducation, facilitée par les nouvelles technologies et l'essor des cours en ligne ouverts à tous (MOOC), met en lumière le développement de la formation à distance et en ligne. Dans ce contexte de convergence entre technologie (cyber) et pédagogie (physique), il devient essentiel de concevoir un système cyber-physique capable d'intégrer ces approches afin de gérer efficacement le processus d'apprentissage des apprenants. Dans cette étude, nous nous intéresserons particulièrement à la question suivante :

Comment l'innovation numérique peut-elle contribuer à améliorer les processus d'apprentissage dans les écosystèmes éducatifs actuels ?

# 2 État de l'art

Les solutions proposées pour améliorer les processus d'apprentissage dans l'enseignement supérieur et les environnements éducatifs sont variés et complémentaires. Dans cette section, nous examinons quelques-unes des approches les plus récentes et significatives, en mettant en lumière leurs caractéristiques clés et leurs contributions aux écosystèmes éducatifs actuels.

La solution Learning Analytics in Higher Education (LAHE) proposée par Alé-Ruiz et al. [1] utilise des méthodologies actives et l'analyse d'apprentissage pour personnaliser l'enseignement en fonction des caractéristiques de chaque étudiant. En utilisant des techniques d'exploration de données éducatives, LAHE permet de prédire les résultats des étudiants, favorisant ainsi un apprentissage plus individualisé et adaptatif.

Haleem et al., [2] quant à eux, explorent les possibilités des technologies numériques pour améliorer l'efficacité pédagogique tout en ayant un impact environnemental réduit. Leur solution vise à accroître l'accessibilité en intégrant des plateformes numériques, facilitant ainsi l'apprentissage à travers des outils technologiques modernes.

En parallèle, Timotheou et al. [3] se concentrent sur les facteurs influençant l'intégration des Technologies de l'Information et de la Communication dans les écoles et sur la transformation digitale nécessaire pour réduire les inégalités d'accès. Leur approche vise à renforcer la capacité numérique des écoles pour améliorer l'inclusivité.

Enfin, Chan et al. [4] propose un cadre de gouvernance de l'IA pour l'enseignement supérieur, structuré autour des dimensions pédagogiques, opérationnelles et de gouvernance. Ce cadre aborde des questions de confidentialité, sécurité et responsabilité, en promouvant une utilisation éthique de l'intelligence artificielle dans l'apprentissage.

Afin d'analyser et de comparer les travaux et solutions existantes, nous définissons quatre critères majeurs qui contribuent à améliorer les processus d'apprentissage dans les écosystèmes éducatifs actuels :

- **Personnalisation** : consiste à adapter les expériences d'apprentissage aux besoins, préférences et rythmes individuels des apprenants.
- **Adaptabilité** : désigne la capacité des solutions numériques à s'ajuster dynamiquement en fonction des performances et des retours des apprenants et des enseignants.
- **Interactivité** : reflète le degré d'engagement actif et participatif des apprenants, notamment à travers des outils collaboratifs, des feedbacks en temps réel et des approches de pédagogie active.
- **Inclusivité** : vise à garantir un accès équitable à l'éducation, en tenant compte de la diversité des besoins, des capacités et des contextes socio-économiques.

TABLE 1 – Analyse et comparaison des solutions

| | Critères | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Référence** | ***Personnalisation*** | ***Adaptabilité*** | ***Interactivité*** | ***Inclusivité*** |
| Alé-Ruiz et al. 2024 [1] | +++ | ++ | ++ | + |
| Haleem 2022 [2] | ++ | +++ | ++ | +++ |
| Timotheou et al. 2023 [3] | + | +++ | ++ | +++ |
| Chan et al. 2023 [4] | + | ++ | +++ | ++ |

**+ : Faible** ; **++ : Moyen** ; **+++ : Élevé**

Ainsi, dans la matrice présentée dans la TABLE 1 les différentes solutions ont été analysées et comparées à partir des différents critères.

# 3 Méthodologie

Pour gérer efficacement les processus d'apprentissage, il est essentiel de concevoir un système capable de combiner les outils technologiques et les interactions humaines. Étant donné la complexité de l'apprentissage, ce système doit pouvoir s'adapter automatiquement aux changements tout en surveillant son fonctionnement, ajustant ses actions et se régulant de manière autonome.

Dans cette perspective, nous proposons un système appelé système cyber-physique autonomique pour l'éducation 4.0. Ce système repose sur deux parties princi-

pales : une composante technologique (ou "cyber"), qui agit comme un gestionnaire intelligent. Ce gestionnaire utilise des données et une boucle d'action pour observer la situation, analyser les besoins, planifier des solutions et les mettre en œuvre ; et une composante physique, qui correspond aux activités d'apprentissage (comme les cours ou exercices).

Pour que ce système fonctionne, il est équipé de capteurs et d'effecteurs. Les capteurs sont comme des yeux et des oreilles pour le système. Ils recueillent des informations en temps réel, par exemple, sur les progrès des étudiants ou leur niveau d'engagement (via des plateformes en ligne ou des outils connectés). Les effecteurs, quant à eux, sont les "bras" du système. Ils appliquent concrètement les décisions prises par le gestionnaire. Par exemple, ils peuvent personnaliser le contenu des cours, adapter le niveau de difficulté des exercices ou envoyer des notifications à l'apprenant ou à l'enseignant. En utilisant ces outils, le système peut s'auto-réguler : il collecte des données, réfléchit à des solutions et agit en conséquence pour améliorer le processus d'apprentissage (voir FIGURE 1).

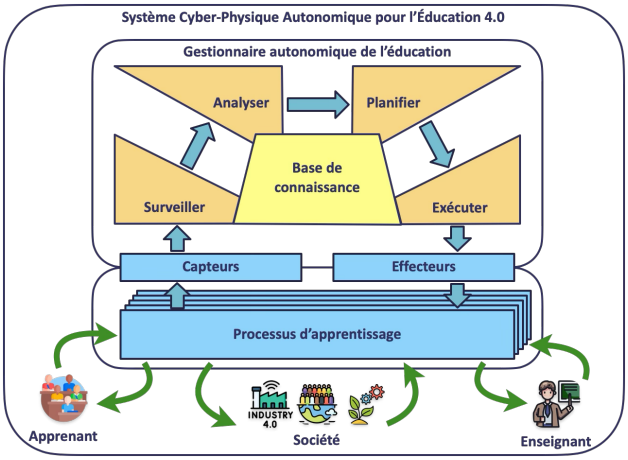



FIGURE 1 – Système cyber-physique pour l'éducation

Ce modèle permet de créer des processus d'apprentissage qui sont personnalisés (adaptés à chaque élève), adaptables (capables de changer selon les besoins), interactifs (favorisant l'engagement) et inclusifs (accessibles à tous). Cette approche vise à créer une véritable collaboration entre les principaux acteurs de l'éducation : la société, les enseignants et les apprenants.

## 4 Résultats

Dans cette étude, nous nous intéressons particulièrement aux outils numériques qui favorisent le mieux une approche de gestion des processus d'apprentissage dans les écosystèmes éducatifs. Dans cette optique, nous avons proposé d'automatiser la création de capteurs permettant de collecter des données d'apprentissage, afin d'aider les enseignants à enrichir et à transformer leurs ressources pédagogiques. Ces objets d'apprentissage, sous format vidéo, intègrent des questions pour les rendre plus dynamiques et interactifs, ainsi que des sous-titres multilingues, les rendant ainsi plus adaptables et inclusifs. Nous avons recours à l'intelligence artificielle pour accompagner l'enseignant s'il souhaite générer des questions qu'il pourra ensuite éditer et intégrer, mais aussi pour lui fournir une transcription, un résumé et des sous-titres en plusieurs langues. Ces objets au format HTML5 sont intégrables dans n'importe quelle plateforme web et constituent la base pour collecter des données pour les activités en ligne des apprenants, facilitant ainsi une gestion autonomique des processus d'apprentissage.

## 5 Conclusions

En conclusion, cette étude met en évidence l'importance cruciale de développer des systèmes cyber-physiques autonomiques dans le cadre de l'éducation 4.0, permettant une gestion améliorée des processus d'apprentissage. Les solutions proposées montrent comment l'intégration des technologies numériques, de l'intelligence artificielle et de capteurs intelligents peut transformer les pratiques pédagogiques en rendant les ressources plus personnalisables, adaptables, interactives et inclusives.

## 6 Remerciements

Les auteurs expriment leur sincère reconnaissance au Conseil Départemental des Landes (CD40) pour son soutien dans la réalisation de ce travail de recherche.

## Références

[1] R. Alé-Ruiz, F. Martínez-Abad, and M. T. del Moral-Marcos. Academic engagement and management of personalised active learning in higher education digital ecosystems. *Education and Information Technologies*, 29 :12289–12304, 7 2024.

[2] A. Haleem, M. Javaid, M. A. Qadri, and R. Suman. Understanding the role of digital technologies in education : A review. *Sustainable Operations and Computers*, 3 :275–285, 1 2022.

[3] S. Timotheou, O. Miliou, Y. Dimitriadis, S. V. Sobrino, N. Giannoutsou, R. Cachia, A. M. Monés, and A. Ioannou. Impacts of digital technologies on education and factors influencing schools' digital capacity and transformation : A literature review. *Education and Information Technologies*, 28 :6695–6726, 6 2023.

[4] C. K. Y. Chan. A comprehensive ai policy education framework for university teaching and learning. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20 :1–25, 12 2023.

# Gamification et réalité augmentée pour la valorisation du patrimoine immatériel : une expérience immersive Corso-Provençale

Yannick Stara[4],*Don Mathieu Santini[1,4],*Laurent Capocchi[2,4]
stara_y@univ-corse.fr santini_d@univ-corse.fr capocchi_l@univ-corse.fr

Nathalie Pessel[3,5], Ludivine Bardet[5], Élodie Delannoy[5]
nathalie.pessel@univ-tln.fr bardet@univ-tln.fr elodie.delannoy@univ-tln.fr

[1] IUT de Corti, Università di Corsica, Av. du 9 septembre, 20250 CORTI
UMR CNRS LISA , Campus Mariani, Bâtiment Edmond Simeoni, Avenue Jean Nicoli, 20250 CORTI

[2] IUT de Corti, Università di Corsica, Av. du 9 septembre, 20250 CORTI
Lab. SPE UMR CNRS 6134, Campus Grimaldi, Bât PPDB Quartier Grossetti 20250 CORTI BP 52

[3] LIS, UMR CNRS 7020, Université de Toulon, Aix Marseille Université
IUT de Toulon, Av. de l'Université, 83130 LA GARDE

[4] IUT de Corti, Università di Corsica, Av. du 9 septembre, 20250 CORTI

[5] IUT de Toulon, Av. de l'Université, 83130 LA GARDE

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Informatique - SHS - Multimédia - Communication*

**Résumé –** *Ce projet de recherche explore l'utilisation de la réalité augmentée et de la gamification pour valoriser le patrimoine immatériel de la Corse et de la Provence. Il vise à construire des ponts interculturels tout en ouvrant des perspectives introspectives sur nos propres traditions. Il met l'accent sur une transmission engageante et immersive, où les utilisateurs interagissent physiquement avec des lieux augmentés par des éléments narratifs et artistiques. À travers une application web interactive basée sur les récits mythiques traditionnels corses et provençaux, nous étudions comment les technologies immersives peuvent contribuer à l'accès, la transmission et à la préservation du patrimoine culturel. L'approche repose sur des technologies web standards, telles que WebXR, AR.js et Three.js, pour intégrer des scènes AR et des QR codes NFT liés aux territoires. Les étudiants participent activement à l'élaboration et au développement du projet, renforçant ainsi leurs apprentissages pratiques.*

**Mots-Clés –** *gamification, valorisation, patrimoine, expérience utilisateur, réalité augmentée*.

**Section(s) CNU pour cet article –** *73, 27.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1. Introduction

Pour des cultures telles que la corse et la provençale, riches de récits et de traditions spécifiques, mais rendues invisibles par la modernité centralisatrice et les flux de l'industrie de contenus mondialisée, l'accès, la préservation et la transmission de ce patrimoine immatériel constituent un enjeu majeur. Notre projet de recherche explore le potentiel de ces technologies dans le contexte de mise en valeur d'un patrimoine immatériel. Cette étude examine comment la dimension sensori-cognitive de l'expérience, couplée à une cartographie narrative ancrée dans l'espace, peuvent contribuer à un accès engageant, une meilleure compréhension et une appropriation d'un patrimoine immatériel pour un public jeune [1].

## 2. Aspect Sciences Humaines et Sociales : Patrimoine, transmission et narration interactive

La culture corse et la culture provençale partagent une dimension traditionnelle fondamentale à la structuration de leur identité. Cette donnée cardinale induit des particularismes qui font sens - dans les trois acceptions du terme : signification, perception, direction - entre les sujets et leur compréhension-interprétation de leurs données environnementales. Comme d'autres cultures similaires en méditerranée mais également dans le monde, elles se sont transmises oralement de génération en génération depuis des siècles. Face aux injonctions du Web, de la globalisation et des comportements qui en résultent, la préservation, la sauvegarde et au premier chef, l'accès et la transmission des marqueurs propres aux cultures locales minorées devient aujourd'hui un enjeu majeur de société. En effet, au-delà de l'aspect régionaliste, c'est toute une construction ontologique, un rapport au monde et à l'être ainsi que ses ancrages au réel qui sont exprimés à travers une tradition. Enfin et plus généralement, ils font le lien avec l'univers qui nous entoure.

Dans nos sociétés contemporaines, les traditions sont souvent vues comme des objets obsolètes appartenant au passé et elles glissent de plus en plus dans un folklore anachronique et reconstitué qui prend les accents péjoratifs du pastiche. Dans les faits, les mythes et les légendes ne cessent d'inonder nos quotidiens via les productions littéraires, audiovisuelles, cinématographiques, publicitaires...

Dans le cadre de notre projet, la transmission conjuguée de marqueurs identitaires, issus des deux territoires, vus sous l'angle d'une gamification à destination de valorisation patrimoniale permet un dialogue interculturel riche et constructif dépassant le cadre de la nécessité. Cette collaboration a pour objectif premier d'être une fenêtre accessible et engageante mettant en évidence les similitudes ou les différences entre les imaginaires qui sous-tendent les deux régions. Sur le plan scientifique, nous souhaitons étudier la contribution des nouvelles technologies et des interfaces dans un processus de transmission culturelle. Un des défis majeurs de la gamification, dans un contexte de valorisation patrimoniale, est d'équilibrer les parties ludiques et pédagogiques. Dans le cadre de notre projet, l'objectif pédagogique est de faire collaborer deux régions dont les organes de transmission culturelle se sont atrophiés afin de leur donner une visibilité nouvelle. Comme pour toutes les cultures à travers le monde, la part d'universalité qui y est exprimée fait que les passerelles entre Corse et Provence sont rapidement visibles. Être ouvert à d'autres cultures, d'autres régions, d'autres imaginaires, nous permet de porter un regard introspectif sur notre propre culture et ouvre nos horizons à de nouveaux niveaux de conscience.

L'immersion est un moyen très efficace de laisser une marque sur le corps et l'esprit. Notre appareil biologique est entièrement dédié à la perception sensorielle de ce qui nous entoure et induit les réponses que nous engageons.

Prenant l'apparence d'une histoire immersive et interactive avec la réalité augmentée (RA), ce dispositif numérique implique un rapport physique au lieu car il est déployé de manière combinée sur les deux territoires. Des chevauchements interviennent à certains moments de l'histoire, provoquant l'échange de lieux entre le réel, c’est-à-dire l'endroit où se situe l'utilisateur, et sa version augmentée, qui y superpose des éléments visuels, graphiques ou artistiques à travers l'interface. La RA permet de créer une illusion de présence et de possibilité d'interaction directe par le mouvement, la proximité ou la distance. À travers l'écran du terminal numérique, les angles de vue correspondent à ce que nous percevons en direct, de manière biologique, sensorielle. Le sentiment d'immersion et l'engagement multisensoriel que cela apporte au spectateur permettent de créer facilement

des liens émotionnels forts avec le contenu délivré.

L'implication d'un déplacement sur le territoire plonge l'utilisateur dans une interaction concrète à laquelle s'ajoutent les éléments informatifs et patrimoniaux.

## 3. Aspect Informatique : Conception et implémentation du dispositif

Notre approche du développement a été largement influencée par des considérations pédagogiques, visant à permettre aux étudiants de troisième année du BUT MMI du parcours « création numérique » de participer activement au projet. Cette contrainte a guidé nos choix technologiques vers des solutions familières aux étudiants, tout en restant adaptées aux exigences du projet : (1) Langages web standards : l'utilisation de HTML, CSS et JavaScript comme base du développement a permis aux étudiants de travailler dans un environnement connu, favorisant ainsi leur implication et leur apprentissage. (2) WebXR [2] : cette API a été choisie pour implémenter les fonctionnalités de réalité augmentée (AR). L'implémentation a consisté en la création de scènes AR pour chaque étape du jeu, l'intégration d'objets 3D et d'animations pour représenter les personnages et éléments du mythe corso-provençal.

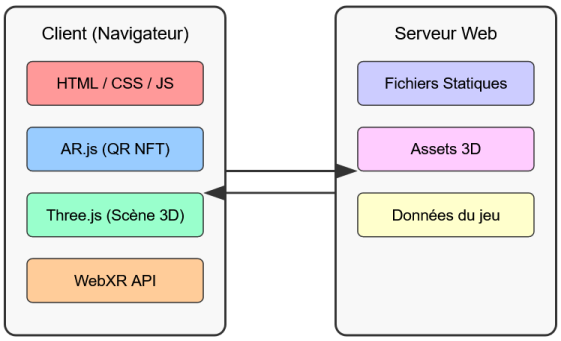



Figure 1 : Architecture logiciel de l'application Web.

L'architecture de l'application montrée sur la figure 1 met en évidence la structure client-serveur de l'application, tout en montrant clairement l'utilisation d'AR.js [3] pour les QR codes NFT et de Three.js [4] pour le rendu 3D, le tout s'appuyant sur l'API WebXR pour les fonctionnalités de réalité augmentée. Côté serveur, les fichiers HTML, CSS, et JavaScript de l'application constituent les fichiers statiques. Les assets 3D sont les modèles et textures 3D utilisés dans l'application. Enfin, les informations sur le scénario, les choix, etc., sont stockées dans des fichiers JSON et représentent les données du jeu. L'utilisation de QR codes de type NFT (Non-Fungible Token) a été un élément clé du système de navigation. Ils permettent la création de codes uniques à partir d'images correspondant à des lieux spécifiques des territoires (région Corse ou Provence) qui constituent chaque étape du jeu.

## 4. Conclusions

Le projet explore l'utilisation de la AR et de la gamification pour valoriser le patrimoine immatériel corse et provençal. L'expérience immersive et engageante, impliquant le déplacement physique de l'utilisateur, joue un rôle clé dans la transmission des connaissances. Enfin, le projet offre une opportunité d'apprentissage et de développement de compétences pratiques pour les étudiants, qui participent activement à la conception et l'implémentation de l'application. La gamification et la AR présentent un fort potentiel pour la valorisation du patrimoine immatériel dans ce projet. Elle facilite l'accès et la compréhension du patrimoine, tout en rendant sa transmission plus attractive.

Des évaluations plus approfondies de l'impact de l'expérience sur l'engagement et l'appropriation des utilisateurs, notamment les jeunes, sont envisagées. L'exploration d'autres technologies immersives, comme la réalité virtuelle, pourrait enrichir davantage l'expérience utilisateur. Parmi les améliorations possibles, on peut citer le renforcement de l'immersion, l'enrichissement des contenus narratifs, l'optimisation des performances techniques, l'amélioration de l'accessibilité et l'ajout de fonctionnalités d'édition, de collaboration ou de personnalisation.

## Références

[1] A. Misjuns and A. Cīrulis, "Creation of virtual reality experiences for the web: shader programming for artists," *2024 IEEE 11th Workshop on Advances in Information, Electronic and Electrical Engineering (AIEEE)*, Valmiera, Latvia, 2024, pp. 1-3, doi: 10.1109/AIEEE62837.2024.10586603.

[2] "Webxr device api", [online] Available: https://immersive-web.github.io/webxr/.

[3] "AR.js", [online] Available: https://ar-js-org.github.io/AR.js-Docs/.

[4] Jos Dirksen, *Learn Three.js: Program 3D animations and visualizations for the web with JavaScript and WebGL* , Packt Publishing, 2023.

# Fabrication d'une photocathode pour la production d'$H_2$ par photo-électrodéposition de $MoS_2$ sur ITO ou $TiO_2$ mésoporeux

André Deltenre[1a,] andre.deltenre@univ-amu.fr
Nadia Grillet[a,*] nadia.grillet@univ-amu.fr
Julien Massin[2b,*] julien.massin@univ-amu.fr
Damien Barakel[3a,] damien.barakel@univ-amu.fr
Olivier Palais[1a,] olivier.palais@univ-amu.fr

Départements :[1]IUT GEII Salon, [2]IUT Chimie, [3]IUT GCCD Aix Marseille Université
a) Aix-Marseille University, IM2NP, CNRS, Faculté des Sciences de Saint-Jérôme case 142, 13397 Marseille, France
b) Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Méditerranée, ISM2,13397 Marseille, France

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Chimie - Énergie - Environnement - Matériaux*

**Résumé –** ***Les photocathodes à base de silicium représentent des dispositifs prometteurs pour la photoélectrolyse de l'eau, mais l'efficacité catalytique et la stabilité à long terme demeurent des défis majeurs. Cette étude montre que grâce à des interfaces correctement conçues, les nanomatériaux de disulfure de molybdène peuvent offrir une activité catalytique remarquable. En effet, nous avons réussi à déposer du disulfure de molybdène au sein d'une structure tridimensionnelle mésoporeuse de $TiO_2$ ou d'ITO, augmentant ainsi le nombre de sites actifs tout en accroissant la surface active de la photocathode. Ce dépôt a été réalisé par photoélectrochimie de manière homogène, tant en surface du substrat qu'en profondeur. En modulant les conditions opératoires, nous avons pu contrôler la quantité de $MoS_2$ déposée sur la surface. Les premières mesures de l'activité photocatalytique de ces photocathodes sont particulièrement encourageantes.***

**Mots-Clés –** *Silicium, Sulfure de molybdène, Photocathode, Hydrogène*

**Section(s) CNU pour cet article –** *32, 33, 63,*
**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** ~~*OUI*~~ */ NON*

## 1 Introduction

La demande énergétique croissante et les préoccupations concernant la durabilité environnementale ont suscité un intérêt accru pour les sources d'énergie renouvelables et propres.[1] Parmi les technologies prometteuses, la production d'hydrogène par photoélectrochimie (PEC) offre une méthode idéale pour convertir directement l'énergie solaire en un carburant propre et stockable. La décomposition de l'eau par PEC se distingue par son potentiel d'utilisation de l'énergie solaire pour produire de l'hydrogène, un réactif industriel crucial et un carburant potentiel pour l'avenir.[2]

Pour que ces dispositifs soient efficaces, ils doivent absorber une grande fraction de la lumière incidente, générer une phototension suffisante pour déclencher les réactions électrochimiques de décomposition de l'eau et posséder une stabilité à long terme dans les conditions de fonctionnement. Les dispositifs PEC les plus performants utilisent plusieurs matériaux pour répondre aux différentes exigences, exploitant les meilleures propriétés de chacun tout en compensant leurs points faibles.[3]

De nombreuses études récentes se sont concentrées sur le développement de semi-conducteurs destinés aux dispositifs à double absorbeur, qui permettent potentiellement des rendements plus élevés que les dispositifs à absorbeur unique. Ces absorbeurs de lumière sont souvent associés à divers matériaux de protection de surface et électrocatalyseurs pour améliorer la stabilité et favoriser une production efficace d'hydrogène et d'oxygène.[4] La décomposition de l'eau par PEC est une alternative attrayante et prometteuse pour convertir la lumière du soleil en hydrogène sans production directe de $CO_2$. Cependant, il est essentiel d'améliorer l'efficacité et la durabilité des électrodes.

Le silicium est un candidat prometteur pour les systèmes de décomposition de l'eau par PEC en raison de ses propriétés électroniques presque idéales et de son gap énergétique approprié de 1,1 eV, le rendant adapté à une électrode à faible gap. Ce gap permet la capture des photons, sur une grande partie du spectre solaire, contribuant à une production efficace d'hydrogène.[5] Le silicium bénéficie également d'une haute mobilité des porteurs de charge, est non toxique et est commercialement disponible. Cependant, malgré ses excellentes propriétés de transport des porteurs de charge et son coût relativement bas, le silicium fait face à des défis importants, telles que sa faible activité catalytique intrinsèque pour la production d'hydrogène et sa faible stabilité en milieu aqueux. Les surfaces de silicium non protégées sont sujettes à la corrosion dans les électrolytes aqueux, ce qui peut entraîner une défaillance des dispositifs. Par conséquent, des stratégies visant à accélérer la réaction d'évolution de l'hydrogène (REH) et à réduire la corrosion sont essentielles pour améliorer les performances à long terme dans les systèmes PEC.

Récemment, les composés de métaux de transition, en particulier les sulfures, ont été reconnus comme des catalyseurs émergents pour la REH. Parmi eux, le sulfure de molybdène ($MoS_2$) a été largement étudié et appliqué dans certains systèmes, notamment dans certaines photocathodes en silicium, créant des dispositifs très actifs sans métaux précieux.[6] Les sites actifs dans le $MoS_2$ se situent aux bords exposés du molybdène et aux atomes de soufre non saturés sur ces bords, jouant un rôle crucial dans la catalyse de la REH.

En conséquence, de nombreux efforts ont été consacrés à la synthèse de matériaux à base de sulfure de molybdène avec une forte densité de sites actifs. Pour atteindre une activité élevée en REH, il est nécessaire de concevoir des nanostructures de sulfure de molybdène de manière à exposer une haute densité de sites catalytiques actifs. Ainsi, bien qu'un revêtement mince et plan de $MoS_2$ soit probablement une structure idéale pour la protection de surface, cette morphologie pourrait présenter une activité catalytique sous-optimale.[7] L'élément clé pour atteindre cet objectif est d'ingénier de manière appropriée l'interface entre la photocathode en silicium et le $MoS_2$.

Dans ce contexte, nous avons créé une photocathode par photoélectrodéposition de $MoS_2$ sur une couche mésoporeuse de $TiO_2$ ou d'ITO. L'objectif est d'augmenter non seulement la surface de travail de la photocathode, mais également le nombre de sites actifs en maximisant la discontinuité dans le film de $MoS_2$.

## 2 Elaboration des photocathodes

Pour réaliser ces systèmes originaux, nous avons utilisé des jonctions PN en silicium sur lesquelles un dépôt d'aluminium a été effectué sur la base (p) et un dépôt de $TiO_2$ plan sur l'émetteur (n+) en utilisant l'évaporation par faisceau d'électrons (EFE). La couche de $TiO_2$ remplit une double fonction : protéger le silicium de l'oxydation et améliorer l'adhérence de la couche d'oxyde mésoporeux supérieure. La couche mésoporeuse d'ITO ou de $TiO_2$ est créée par spin-coating d'une solution de nanoparticules dans une matrice organique. Quant à la couche d'aluminium, elle sert de contact ohmique.

Les épaisseurs des différentes couches ont été caractérisées par profilométrie et imagerie MEB. Ces analyses révèlent une épaisseur de 30 nm pour la couche de $TiO_2$ plane et des épaisseurs de 2 µm et 1,8 µm, respectivement, pour les couches de $TiO_2$ et d'ITO mésoporeuses. Cette légère différence d'épaisseur entre l'ITO et le $TiO_2$ mésoporeux résulte des différences morphologiques des nanoparticules et de légères variations dans la formulation de la solution de spin-coating. L'observation MEB des différents échantillons avant dépôt de la surface active ($MoS_2$) en mode électrons

secondaires a permis de mettre en évidence la bonne homogénéité topologique des couches mésoporeuses, l'absence de fissures ainsi que le caractère mésoporeux du système (cf. Figure 1). Les électrons rétrodiffusés ont permis de confirmer la bonne homogénéité chimique de nos substrats, avec une parfaite superposition des images obtenues dans les deux modes d'imagerie. Ces observations ont été confirmées par les mesures EDS, qui montrent non seulement la bonne répartition de l'oxyde sur la surface ($TiO_2$ ou ITO), mais également la bonne stœchiométrie des éléments qui le composent.

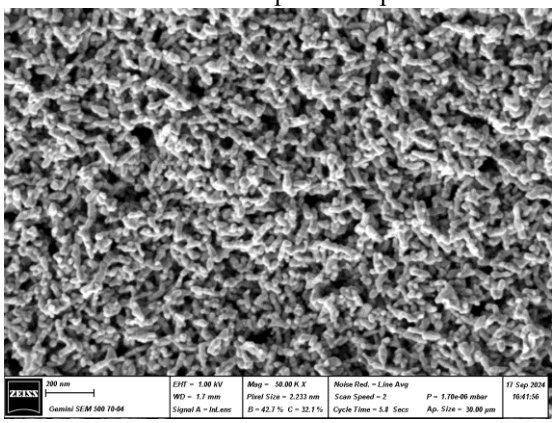



*Figure 1 – Image MEB d'un dépôt d'ITO mésoporeux avant dépôt de la couche active*

## 3 Dépôt de la surface active de $MoS_2$

Après s'être assuré de la qualité des supports, nous avons pu procéder à la photo-électrodéposition du Sulfure de molybdène sur la surface par trempage dans une solution $MoS_4(NH_4)_2$ et balayage entre 100mV et -1000mV par rapport à l'électrode de référence (Ag/AgCl). Nous avons effectué 30 cycles pour les substrats d'ITO et de $TiO_2$ mésoporeux ainsi que 10 cycles pour un substrat d'ITO mésoporeux.

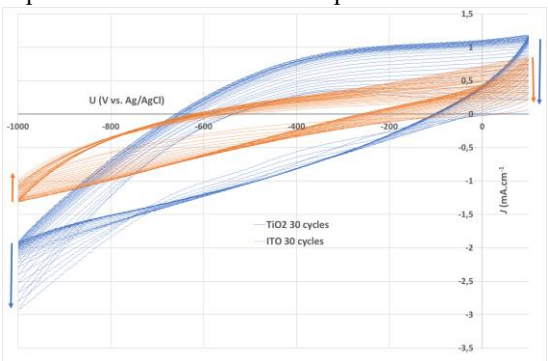



*Figure 2 – Voltampérogrammes des dépôts de $MoS_2$ sur ITO (orange) et $TiO_2$ (bleu) avec un balayage à une vitesse de 50mV.s$^{-1}$ dans une solution de 2mM de $MoS_4(NH_4)_2$ solubilisé dans 0,1M de $NaClO_4$ d'électrolyte support dans l'eau avec une électrode de référence Ag/AgCl et une contre électrode de titane.*

Les voltampérogrammes montrent un plus fort courant pour le $TiO_2$ que pour l'ITO suggérant un dépôt de $MoS_2$ plus important sur $TiO_2$ que sur ITO. Ce résultat a été confirmé par les observations MEB qui montrent un dépôt plus important dans les cas du $TiO_2$ que dans le cas de l'ITO pour un même nombre de cycles. En outre, les observations de surface (Figure 3) et sur la tranche des échantillons montrent toutes un dépôt homogène du $MoS_2$.

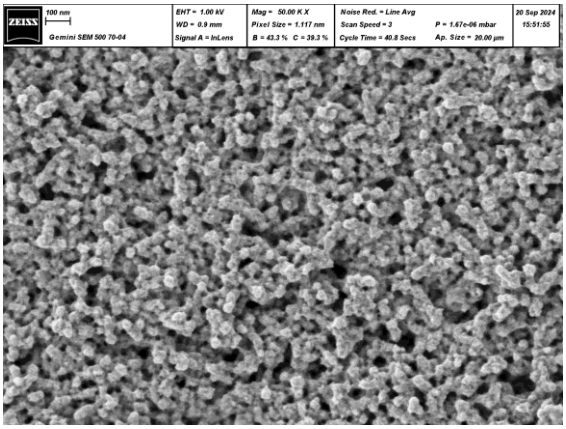



*Figure 3 – Image MEB d'un dépôt de MoSx (30 cycles) sur ITO* mésoporeux

Une étude préliminaire de l'activité photocatalytique des différentes photocathodes a été réalisée permettant d'observer la formation d'hydrogène lorsque l'électrode est recouverte MoS2 contrairement à ce qui est observé avec les échantillons nus. Un accroissement du photocourant est également observé ainsi qu'une bonne stabilité de ce photocourant au cours du temps.

## 4 Conclusions

Dans cette étude nous avons mis en avant la première réalisation d'une photocathode à base de $MoS_2$ par photo électrodéposition sur un substrat non plan mais mésoporeux tridimensionnel. Les observations MEB ont montré une bonne homogénéité chimique et morphologique des photocathodes réalisées dans cette étude. Les études préliminaires de l'activité photo catalytique ont permis de montrer l'activité de photo production d'hydrogène.

## 5 Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude à AMUTech pour le financement du projet DiPhy. Les auteurs aimeraient également remercier P. Moulin et M. Antoni pour leur soutien.

## Références

[1] Chu, S. and al Nature 488, 294–303, 2012.

[2] M. Ahmed and al Int J Hydro Ener, 44, 5, 2474-2507, 2019.

[3] Zhao, Y. and al.Electrochem. Energy Rev. 6, 14, 2023.

[4] Kumar, M.and al NPG Asia Mater 14, 88, 2022.

[5] B. Fabre and al Acc. Mater. Res. 4, 2, 133–142, 2023.

[6] W. Nabgan and al Inter J Hydro Ener, 52, C, 622-663, 2024.

[7] J. D. Benck and al. Adv. Energy Mater. 4, 1400739, 2014.

# Développement d'un convertisseur à haut rendement pilotant un système de stockage d'énergie renouvelable permettant de garantir un système électrique plus flexible

Rida YACHOUTI[1,*] Ismail AOUICHAK[2,*] Jean-Charles LE BUNETEL [2]

rida.yachouti@univ-tour.fr Ismail.aouichak@univ-tour.fr lebunetel@univ-tours.fr

[1] IUT de Tours
Laboratoire GREMAN

**Thèmes –** *Énergie - Électronique - Matériaux*

**Résumé–** *Les convertisseurs bidirectionnels sont couramment intégrés dans les systèmes de gestion d'énergie domestique (HEMS). L'objectif de ce travail est de réaliser un état de l'art des architectures de puissance afin de proposer une architecture de convertisseur bidirectionnel à haut rendement permettant l'interconnexion des batteries aux réseaux électriques. Pour cela, une topologie intégrant des composants dits à large bande interdite doit être choisie et conçue, permettant de garantir une commutation à des fréquences plus élevées ainsi qu'une miniaturisation du convertisseur.*

**Mots-Clés–** *Electronique de puissance, interférence électromagnétique, énergie, HEMS.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *63.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *OUI*

# 1 Introduction

Les applications HEMS (Home Energy Management Systems) facilitent la gestion de la demande électrique et permettent d'optimiser l'utilisation ainsi que la production d'énergie renouvelable distribuée [1]. Dans ce type d'application, l'électronique de puissance joue un rôle crucial dans le développement de ces convertisseurs de puissance. Elle permet de contrôler le flux d'énergie électrique transmise à une charge en la connectant et déconnectant à fréquence élevée. Ce mode de fonctionnement est appelé « commutation ». Pour réaliser ces connexions et déconnexion, sont utilisées comme composant électronique des interrupteurs commandables électroniquement.

L'augmentation des fréquences de commutation au cours de ces dernières années a permis la réduction du poids, du volume et des coûts des convertisseurs de puissance. Cependant, cette augmentation entraîne des inconvénients, tels que l'élévation des pertes de commutation et des pertes magnétiques, ce qui impacte négativement l'efficacité globale du convertisseur [2].

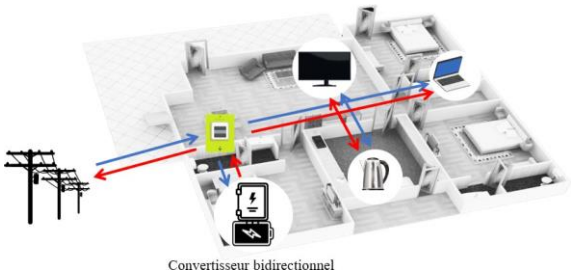



FIGURE 1 – Système de gestion d'énergie domestique.

L'arrivée de nouveaux composants de commutation basés sur la technologie dite à large bande interdite, tels que le carbure de silicium (SiC) et le nitrure de gallium (GaN), permet d'augmenter les performances en termes de fréquence de commutation et d'efficacité des convertisseurs [2].

L'objectif de cet article est de réaliser un état de l'art des architectures de puissance intégrant ces nouveaux composants afin de proposer une topologie de convertisseur réversible, présentant une puissance de 1 kW, permettant d'interconnecter un système de stockage d'énergie au réseau électrique.

# 2 Convertisseur de puissance

Il existe plusieurs types de convertisseurs de puissance en fonction des applications visées. On trouve des convertisseurs AC/DC, DC/AC, DC/DC et AC/AC [1-10]. Pour répondre à notre problématique, nous avons besoin d'un convertisseur réversible permettant d'interconnecter des batteries au réseau électrique. Pour cela, il est nécessaire de mettre en œuvre des convertisseurs AC/DC réversibles, permettant d'avoir un courant électrique d'entrée de forme sinusoïdale. Dans le mode chargeur de batterie, la plupart des convertisseurs fonctionnent en mode élévateur de tension.

Pour s'adapter à la tension de la batterie, il est souvent indispensable d'ajouter un convertisseur DC/DC capable d'abaisser la tension. Pour réaliser ces conversions d'énergie, plusieurs topologies sont disponibles dans l'état de l'art. Celles-ci reposent sur l'utilisation d'interrupteurs de puissance et de composants de stockage d'énergie, tels que des inductances et des condensateurs. Il existe des architectures où la sortie est isolée électriquement de l'entrée et des architectures non isolées [6]. Ce sont ces dernières qui sont présentées.

## 2.1 Convertisseur AC/DC

Le rôle d'un convertisseur AC/DC est de transformer une tension alternative en tension continue. Plusieurs architectures intègrent un asservissement de la forme du courant d'entrée afin d'atteindre une efficacité élevée et d'améliorer la qualité de l'énergie [2].

Pour ce type de convertisseur, la topologie Totem Pole est une solution réversible particulièrement adaptée à notre application. Cette configuration offre plusieurs avantages, notamment la réduction du Taux de Distorsion Harmonique (THD) du courant d'entrée et une amélioration des performances de la commutation des interrupteurs [5].

En outre, cette architecture permet de minimiser les pertes lorsqu'elle est utilisée avec des circuits résonants [4]. Cette topologie est couramment employée dans des applications nécessitant une puissance élevée. Son principal avantage réside dans sa capacité à offrir un rendement supérieur à 97 % [3].

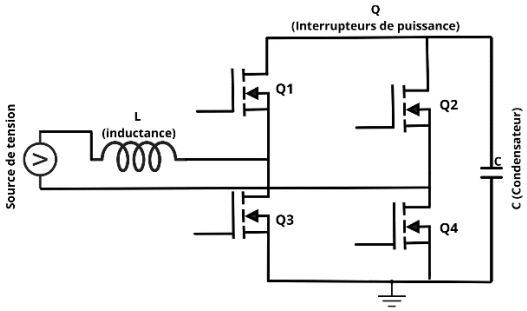



FIGURE 2 –Architecture générique d'un Totem Pole.

## 2.2 Convertisseur DC/DC

Dans le domaine de l'électronique de puissance, les convertisseurs DC/DC bidirectionnels sont largement utilisés dans diverses applications, telles que les voitures électriques et hybrides [7], les réseaux intelligents [9], ainsi que les systèmes d'énergies renouvelables [8].

Le choix des topologies dépend de plusieurs facteurs, notamment des normes de sécurité (isolées ou non isolées) [10], ainsi que du flux de puissance, qu'il soit bidirectionnel ou unidirectionnel.

Dans notre application, nous utiliserons une architecture bidirectionnelle. Les architectures adaptées à une puissance de 1 kW incluent les convertisseurs Buck/Boost en configuration non isolée.

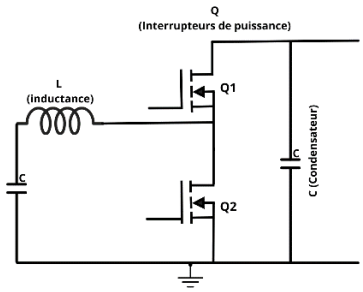



FIGURE 3 – Architecture générique d'un convertisseur Buck Boost.

### 2.3 Interrupteurs de puissance

Il existe différents types d'interrupteurs de puissance permettant d'assurer une ouverture et une fermeture contrôlées le flux d'énergie électrique. Le choix de ces composants est crucial pour garantir le bon fonctionnement des étages de conversion dans une plage de puissances donnée et avec des fréquences de commutation adaptées.

Ces dernières années, nous avons assisté à un essor des interrupteurs de puissance. La technologie d'interrupteur généralement utilisé est la technologie transistors MOSFET en silicium. L'arrivée de technologie en carbure de silicium (SiC) et en nitrure de gallium (GaN) permet d'augmenter la tenue en tension grâce à leur propriété physique de bande interdite large. Nous souhaitons comparer les performances de ces interrupteurs de puissance MOSFET en SiC et en GaN. La littérature montre que les composants SiC présentent aussi une résistance à l'état passant ainsi que des temps de montée et de descente plus élevés que ceux des MOSFET en GaN à température ambiante, ce qui limite la fréquence de commutation des premiers [11]. Mais que se passe-t-il lorsque la température augmente ?

La figure 4 présente les cartes électroniques réalisées pour effectuer un test comparatif de ces technologies. Ces futurs tests explorent plusieurs leviers afin d'évaluer les pertes dues à la commutation de ces interrupteurs, ainsi que l'influence de la fréquence de commutation et de la température sur leurs performances et celles du système global de conversion.

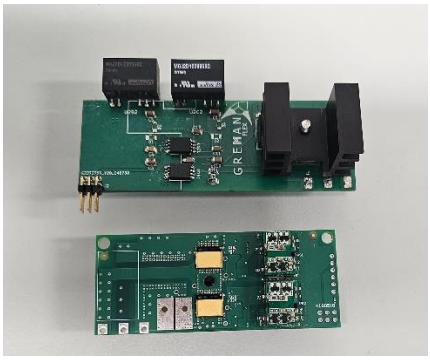


FIGURE 4 – Premières cartes d'évaluation

## 3 Conclusions

L'objectif des travaux présentés sont d'évaluer différentes topologies de convertisseurs afin de choisir celle qui est la plus adaptée à notre application. L'architecture choisie devra permettre de connecter une batterie au réseau électrique tout en intégrant des composants à large bande interdite. Les performances à prendre en compte incluent les pertes dues aux commutateurs de puissance ainsi que la gestion de la température, afin de concevoir une architecture de convertisseur bidirectionnel à haut rendement.

## Références


[1] U. Zafar, S. Bayhan and A. Sanfilippo, *Home Energy Management System Concepts, Configurations, and Technologies for the Smart Grid* , in IEEE Access, vol. 8, pp. 119271-119286, 2020.

[2] Y. Wang, O. Lucia, Z. Zhang, S. Gao, Y. Guan and D. Xu, *A review of high frequency power converters and related technologies*, IEEE Open J. Ind. Electron. Soc., vol. 1, pp. 247-260, 2020.

[3] Ortiz-Castrillón, J.R. ; Mejía-Ruíz, G.E. ; Muñoz-Galeano, N. ; López-Lezama, J.M. ; Saldarriaga-Zuluaga, S.D, *PFC Single-Phase AC/DC Boost Converters : Bridge, Semi-Bridgeless, and Bridgeless Topologies*, Appl. Sci. 2021, 11, 7651.

[4] H. Valipour, M. Mahdavi and M. Ordonez, *Resonant Bridgeless AC/DC Rectifier With High Switching Frequency and Inherent PFC Capability*,IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 35, no. 1, pp. 232-246, Jan. 2020.

[5] B. Su, J. Zhang and Z. Lu, *Totem-Pole Boost Bridgeless PFC Rectifier With Simple Zero-Current Detection and Full-Range ZVS Operating at the Boundary of DCM/CCM*,, IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 26, no. 2, pp. 427-435, Feb. 2011.

[6] S. A. Gorji, H. G. Sahebi, M. Ektesabi and A. B. Rad, *Topologies and Control Schemes of Bidirectio- nal DC–DC Power Converters : An Overview*, IEEE Access, vol. 7, pp. 117997-118019, 2019.

[7] O. C. Onar, J. Kobayashi, D. C. Erb and A. Khaligh, *A Bidirectional High-Power-Quality Grid Interface With a Novel Bidirectional Noninverted Buck–Boost Converter for PHEVs*,IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 61, no. 5, pp. 2018-2032, Jun 2012.

[8] K.-H. Chao and C.-H. Huang, *Bidirectional DC-DC soft-switching converter for stand-alone photovoltaic power generation systems*, IET Power Electron., vol. 7, no. 6, pp. 1557–1565, Jun. 2014.

[9] Aouichak, I. ; Jacques, S. ; Bissey, S. ; Reymond, C. ; Besson, T. ; Le Bunetel, J.-C. *A Bidirectional Grid-Connected DC–AC Converter for Autonomous and Intelligent Electricity Storage in the Residential Sector.* Energies 2022, 15, 1194.

[10] Y.P. Siwakoti, M. Forouzesh, N. Ha Pham, *Control of power electronic converters and systems, Chapter 1 : Power Electronics Converters*An Overview, Elsevier Inc. (2018).

[11] Prado, E.O. ; Bolsi, P.C. ; Sartori, H.C. ; Pinheiro, J.R, *Simple analytical model for accurate switching loss calculation in power MOSFETs using non-linearities of Miller capacitance* IET Power Electron. 2022, 15, 594–604.

# Impact d'une programmation thermique embryonnaire sur le métabolisme hépatique des canards mulards dans un contexte de protocole d'engraissement sans gavage

Laura-Lou Zwick[1]
llzwick@univ-pau.fr

Marie Lasserre[1]
marie.lasserre@univ-pau.fr

Josephine Huot[1]
josephine.huot@etud.univ-pau.fr

Jérôme Roy[1,2]
jerome.roy@inrae.fr

Karine Gontier[1]
karine.gontier@univ-pau.fr

Stéphane Panserat[1,2]
stephane.panserat@inrae.fr

Marianne Houssier[1*]
marianne.houssier@univ-pau.fr

[1] IUT des Pays de l'Adour, UMR NuMeA
[2] INRAE, Aquapôle, UMR NuMeA

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Précisez le ou les champs thématiques de votre contribution, parmi : Biologie Environnement*

**Résumé** – *Il a été montré que l'augmentation de température d'incubation des œufs de canard entraine une programmation du métabolisme du foie à l'âge adulte menant à un plus fort engraissement après gavage. Ici, nous souhaitons mesurer l'impact de cette programmation embryonnaire sur le foie de canards entrainés à manger de grosses quantités de façon volontaire (hyperphagie). Deux groupes ont donc été comparés : le premier dont les œufs ont été incubés à une température de 37,6 °C durant toute l'incubation (CONTROLE) et le second ayant subi une hausse de température de 1,7 °C, 16 h par jour entre le 11ème et le 21ème jour d'incubation (MT). Les canards âgés de 9 semaines ont ensuite été soumis à trois repas volontaires d'une heure, séparés de 12 h, après une phase d'apprentissage de l'hyperphagie. La consommation alimentaire a été évaluée ainsi que le poids de foie, la composition énergétique hépatique (glycogène et lipides) et l'expression de gènes impliqués dans le métabolisme du foie avant et après les différents repas. Un effet global de la manipulation thermique (MT) a été observé mettant en évidence une hausse de poids des foies et des taux de glycogène et de lipides totaux hépatiques. Ces résultats ont été corroborés par des observations au niveau moléculaire, avec un effet significatif de la manipulation thermique sur les expressions relatives de gènes. Ces travaux confirment donc l'impact d'une programmation embryonnaire sur le métabolisme du foie de canard dans un contexte d'engraissement sans gavage.*

**Mots-Clés –** *Canard mulard, Manipulation thermique embryonnaire, Foie, Métabolisme*

**Section(s) CNU pour cet article –** *Lister le ou les numéros des sections CNU séparés par des virgules. CNU 66 (physiologie)*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *OUI*

## 1 Introduction

De précédentes études menées par le laboratoire ont permis de développer un protocole sans gavage basé sur une stratégie de jeûne et de réalimentation permettant d'observer une hyperphagie volontaire associée à un engraissement hépatique significatif chez des canards mulards [1,2]. Ce protocole reste toutefois insuffisant pour constituer une réelle alternative à la pratique du gavage pour la production de foie gras et nécessite des optimisations. À ce titre, la programmation thermique embryonnaire a déjà été explorée par le laboratoire comme une piste prometteuse pour l'optimisation de la production de foie gras dans un contexte de gavage [3]. Cette étude a donc pour principal objectif de déterminer si la programmation thermique embryonnaire pourrait également être appliquée à un protocole sans gavage et permettre une optimisation de l'engraissement hépatique.

## 2 Matériel et méthode

Dans cette étude, un groupe témoin (CONTROLE), incubé à 37,6 °C, a été comparé à un groupe soumis à une manipulation thermique (MT), *i.e.* une hausse de température des œufs de 1,7 °C pendant 16 h par jour, du 11$^{e}$ au 21$^{e}$ jour d'incubation. Des canards mulards mâles ont suivi un protocole de croissance standard jusqu'à l'âge de 9 semaines. Ils ont ensuite été soumis à une restriction alimentaire de 5 jours pour induire un comportement hyperphagique (accès à la nourriture limité à seulement 1 h par jour). Après cette phase, trois repas volontaires de 1 h, espacés de 12 h, leur ont été offerts (R1, R2, et R3). Des mesures de prises alimentaires ont été réalisées pour chaque repas. Des prélèvements de foies ont été effectués avant le premier repas (H0), puis 6 h après chaque repas (H6.R1, H6.R2, H6.R3) et enfin 24 h après le dernier repas (H24.R3). Le poids des foies, ainsi que les teneurs en glycogène, triglycérides (TG), et lipides totaux ont été mesurés. Enfin, les expressions relatives de gènes impliqués dans la synthèse de lipides ont été déterminées. Des analyses de variance à deux facteurs (anova deux voies) ont été réalisées à l'aide du logiciel R Studio pour l'analyse des résultats obtenus.

## 3 Résultats et discussion

### 3.1 Prises alimentaires

Concernant les prises alimentaires moyennes, aucune différence significative n'a été observée entre les groupes CONTROLE et MT. Toutefois, une augmentation significative a été notée entre le premier et le cinquième jour de la phase de restriction pour les deux groupes, passant de 148,53 ± 26,97 g à 339,17 ± 66,01 g en moyenne. Cette phase a permis aux animaux de développer un comportement hyperphagique, dépassant la consommation habituelle des canards mulards de 200 g par jour (répartis sur 10 petits repas de 20 g chacun) [4]. Cette consommation élevée se maintient lors des deux premiers repas volontaires espacés de 12 h (R1 et R2), avant de chuter au troisième repas (91,50 ± 16,04 g pour R3). Ces résultats confirment que les canards mulards sont capables de réguler rapidement leur consommation alimentaire [5].

### 3.2 Poids et composition énergétique des foies

Le poids des foies et la teneur en glycogène hépatique évoluent de manière similaire en fonction du statut nutritionnel des animaux (effet SN) (table 1). Ces paramètres augmentent significativement, atteignant un pic à H6.R2, avec un poids de foie passant de 64,85 ± 8,81 g à 156,24 ± 24,11 g, et le taux de glycogène hépatique passant de 1,89 ± 1,43 % à 13,94 ± 1,28 % en moyenne pour les deux groupes confondus. Au point H6.R3, ces valeurs diminuent, probablement en raison d'une faible consommation alimentaire, avec un retour du poids de foie à son niveau initial à H24.R3 et une baisse du taux de glycogène à une moyenne de 0,07 ± 0,08 %, significativement inférieure à celle observée à H0.R1 ($p < 0,01$). Cette observation semble indiquer une remobilisation presque complète des réserves de glycogène. Les teneurs hépatiques en TG et en lipides totaux (table 1) montrent une augmentation significative par rapport à H0.R1, observée uniquement à partir de H6.R2 pour les TG et de H6.R3 pour les lipides totaux. Il est intéressant de noter que le pic de lipides totaux est atteint au point H6.R3, malgré la faible consommation alimentaire des animaux. Les taux de TG retrouvent leur niveau initial à H24.R3, tandis que les taux en lipides totaux diminuent, tout en restant supérieures à leur niveau

Table - 1 Poids et compositions énergétiques des foies

| | | Statut nutritionnel (SN) | | | | | Statistiques | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Condition | H0.R1 | H6.R1 | H6.R2 | H6.R3 | H24.R3 | SN | MT | Int |
| Poids de foies (g) | CONROL | 64,81± 10,69 | 88,63±7,77 | 153,31±27,06 | 126,70 ± 24,53 | 70,13 ± 7,88 | *** | * | ns |
| | MT | 64,9 ± 6,75 | 110,63± 16,24 | 159,54 ±21,61 | 146,65 ± 28,33 | 65,95 ± 6,73 | | | |
| Glycogène (%) | CONROL | 1,71 ± 1,34 | 9,89 ± 1,33 | 13,72 ± 1,38 | 7,50 ± 2,20 | 0,07 ± 0,11 | *** | * | ns |
| | MT | 2,10 ± 1,58 | 11,32 ± 1,57 | 14,11 ± 1,23 | 9,04 ± 2,86 | 0,08 ± 0,05 | | | |
| Triglycérides (%) | CONROL | 2,41 ± 2,14 | 1,39 ± 0,48 | 3,43 ± 1,31 | 8,18 ± 2,45 | 2,41 ± 0,81 | *** | ns | ns |
| | MT | 1,78 ± 0,52 | 3,18 ± 1,32 | 3,45 ± 0,71 | 8,00 ± 2,14 | 3,55 ± 2,78 | | | |
| Lipides totaux (%) | CONROL | 3,74 ± 0,27 | 2,99 ± 0,26 | 4,35 ± 1,02 | 9,83 ± 2,27 | 4,72 ± 0,86 | *** | * | ns |
| | MT | 3,72 ± 0,34 | 3,67 ± 0,60 | 4,55 ± 0,62 | 10,28 ± 2,23 | 6,16 ± 2,20 | | | |

de départ ($p < 0,01$). Concernant l'effet de la manipulation thermique (effet MT), le poids de foie dans le groupe MT est de 110,51 ± 43,27 g, contre 100,24 ± 38,44 g dans le groupe CONTROLE ($p < 0,05$), tandis que le taux de glycogène hépatique est de 7,54 ± 5,74 % dans le groupe MT, contre 6,19 ± 5,30 % dans le groupe CONTROLE ($p < 0,05$). Ces résultats suggèrent une augmentation globale du poids du foie et du glycogène hépatique sous l'effet de la MT. Concernant les TG et lipides totaux, seul le pourcentage de lipides totaux est globalement affecté (positivement) par la MT, avec une moyenne de 5,70 ± 2,88 % pour le groupe MT contre 5,04 ± 2,62 % pour le groupe CONTROLE ($p < 0,05$), tous points confondus.

### 3.3 Expressions relatives de gènes impliqués la synthèse de lipides

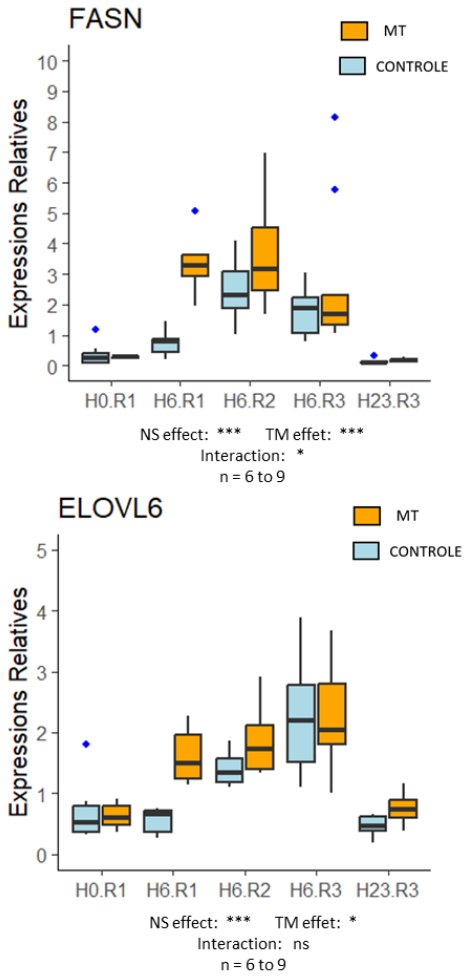



Figure 1 – Expressions relatives de gènes impliqués dans la synthèse de lipides

Les expressions relatives des gènes *FASN* (synthèse des lipides) et *ELOVL6* (élongation des lipides) augmentent, atteignant un pic à H6.R2 pour *FASN* et H6.R3 pour *ELOVL6* (figure 1). Le maintien élevé des expressions relatives après le troisième repas suggère une synthèse lipidique encore active malgré une faible consommation alimentaire. La MT a également eu un effet significatif, avec des moyennes d'expression relatives plus élevées pour les groupes MT par rapport aux groupes CONTROLE, et un effet interaction avec le statut nutritionnel (SN) peut être observé pour l'expression de *FASN*. Ces observations pourraient au moins partiellement expliquer la hausse globale mesurée pour le taux de lipides totaux du groupe MT par rapport au groupe CONTROL.

## 4 Conclusion

Les résultats de cette étude révèlent un effet significatif de la manipulation thermique sur les mécanismes liés à l'engraissement hépatique chez le canard mulard, tant sur le plan physiologique que moléculaire. Ces observations suggèrent fortement que la programmation thermique pourrait être une stratégie prometteuse pour l'optimisation d'un protocole d'engraissement des foies sans gavage.

## 5 Remerciements

Nous remercions les techniciens de l'Avipôle INRAE pour les soins portés aux animaux participant à cette expérimentation.

## Références

[1] C. Andrieux, M. Marchand, L. Larroquet, V. Veron, S. Biasutti, J. Barrieu, P. Morganx, M. Morisson, V. Coustham, S. Panserat, M. Houssier, Fasting/refeeding: an experimental model to study the impact of early thermal manipulation on hepatic metabolism in mule ducks, American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology 324 (2023) R45–R57. https://doi.org/10.1152/ajpregu.00158.2022.

[2] L.-L. Zwick, J. Roy, S. Panserat, M. Houssier, 132. The fasting/re-feeding challenge: A force-feeding-free model to induce lipid storage in the liver of the Mulard duck, Animal - Science Proceedings 15 (2024) 246. https://doi.org/10.1016/j.anscip.2024.06.133.

[3] W. Massimino, C. Andrieux, S. Biasutti, S. Davail, M.-D. Bernadet, T. Pioche, K. Ricaud, K. Gontier, M. Morisson, A. Collin, S. Panserat, M. Houssier, Impacts of Embryonic Thermal Programming on the Expression of Genes Involved in Foie gras Production in Mule Ducks, Front. Physiol. 12 (2021) 779689. https://doi.org/10.3389/fphys.2021.779689.

[4] B. Basso, M. Lagüe, G. Guy, E. Ricard, C. Marie-Etancelin, Detailed analysis of the individual feeding behavior of male and female mule ducks 1 , 2, Journal of Animal Science 92 (2014) 1639–1646. https://doi.org/10.2527/jas.2013-7110.

[5] C. Knudsen, C.M.D. Bonnefont, L. Fortun-Lamothe, E. Ricard, J.-F. Bompa, G. Nozet, J.-B. Laverze, M. Lagüe, M.-D. Bernadet, X. Fernandez, Effet des modes de distribution et de présentation du maïs sur l'induction d'une hyperphagie et d'une stéatose hépatique spontanée chez le canard mulard, in: Tours, 2017.

# Développement d'un framework de suivi et d'évaluation de l'impact à travers un data warehouse sémantique pour les méta-organisations

Clément Combier[1,*] clement.combier@univ-pau.fr
Adel Noureddine[2] adel.noureddine@univ-pau.fr
Jose Enrique Armendariz-Inigo[3] enrique.armendariz@unavarra.es
Philippe Arnould [4] philippe.arnould@univ-pau.fr

[1] Université de Pau et des Pays de l'Adour
E2S-UPPA, LIUPPA, Mont de Marsan, France

[2] IUT de Pays de l'Adour
E2S-UPPA, LIUPPA, Pau, France

[3] Universidad Pública de Navarra
Pampelune, Espagne

[4] IUT de Pays de l'Adour
E2S-UPPA, LIUPPA, Mont de Marsan, France

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Gestion - Informatique - Communication*

**Résumé –** *Ce travail de recherche vise à développer un cadre pour les méta-organisations (notamment les alliances d'universités européennes) pour surveiller et évaluer leur impact sur la société en utilisant des solutions données. Les alliances d'universités européennes, telles que celles créées dans le cadre de l'initiative européenne des universités, nécessitent des outils et des méthodologies spécifiques pour évaluer leur impact, qui dépasse celui des organisations individuelles. Ce cadre devra prendre en compte la complexité des organisations interconnectées et la nécessité de flexibilité pour répondre aux besoins spécifiques de chaque organisation membre.*

**Mots-clés –** *data warehouse, web sémantique, méta-organisation, mesure d'impact*

**Section(s) CNU pour cet article –** *27*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *OUI*

# 1 Introduction

La globalisation et l'internationalisation de l'éducation ont connu une accélération spectaculaire ces dernières années, en particulier au sein des établissements d'enseignement supérieur. Ce mouvement mondial s'est popularisé en Europe grâce à l'initiative Erasmus+ des universités européennes. En 2019, l'initiative des universités européennes (EUI) a été lancée avec pour mission de promouvoir, de faciliter et de diffuser la nécessité d'alliances interuniversitaires en Europe. Depuis, 64 alliances, couvrant plus de 35 pays, regroupant plus de 500 universités, ont été créées. Ces alliances entraînent des changements et des transformations importantes, apportant de nouveaux besoins et défis. Pour assurer le développement et la durabilité des universités européennes à venir, il est nécessaire de surveiller et d'évaluer l'impact lié à la vision à long terme de ces alliances.

Les alliances européennes pourraient être caractérisées en suivant le modèle proposé en 2005 par G. Ahrne et N. Brunsson [1], en appliquant le concept de méta-organisations pour désigner le regroupement de nombreuses organisations autour d'objectifs et de projets communs.

De nombreux frameworks et méthodologies ont été développés et proposés au fil des ans sur la théorie des changements et d'évaluation de l'impact. Cependant, ces cadres peuvent ne pas fournir aux méta-organisations les outils et la flexibilité des organisations simples. Ceci prouve l'importance d'une méthodologie plus large pour les méta-organisations, tout en gardant une ancre pour chaque organisation partenaire.

Ce projet de recherche vise à développer un cadre pour les méta-organisations (dans ce contexte, les alliances d'universités européennes) pour surveiller et évaluer leur impact sur la société en utilisant des solutions orientées données.

# 2 État de l'art

Les alliances universitaires ont attiré l'attention, notamment depuis le lancement en 2019 de l'Initiative des universités européennes (IUE). À mesure que les alliances s'étendent, il est nécessaire d'évaluer leur impact sociétal et de développer des stratégies de suivi. Cet examen décrit la recherche sur la mesure de l'impact, la Théorie du Changement (TdC) et les systèmes de Suivi et d'Évaluation (S&E) au sein de méta-organisations comme les alliances universitaires. En explorant ces sujets, nous visons à construire un cadre pour évaluer leur impact. Nous définirons d'abord les concepts clés de notre étude.

## 2.1 Impact

L'impact désigne généralement les effets à long terme des activités sur leur environnement. Nous retenons la définition du Comité d'Aide au Développement (CAD) de l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE) : "effets à long terme positifs et négatifs, primaires et secondaires, produits par une intervention de développement, directement ou indirectement, intentionnels ou non" [4].

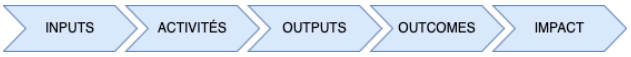



FIGURE 1 – Chaîne d'impact simplifiée[5]

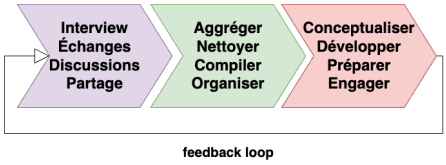



FIGURE 2 – Notre approche simplifiée

L'identification d'indicateurs pertinents reste un défi. La Figure 1 illustre une chaîne d'impact simplifiée reliant ressources, activités, résultats et effets [5].

## 2.2 Théorie du changement

La théorie du changement a évolué au fil du temps, passant de la "Théorie des trois étapes du changement" de Kurt Lewin[2] aux modèles élargis et cycliques proposés par Lippitt et al.[3] et Prochaska et DiClemente[6]. Ces théories, comme la Théorie de l'action raisonnée et du comportement planifié, introduisent des concepts clés tels que le "contrôle perçu", mais manquent d'une perspective sociétale.

Nous explorons la TDC de la Littératie Politique, qui combine une approche politiquement informée et stratégique, essentielle pour la planification, le suivi et l'évaluation des changements au sein des méta-organisations.

## 2.3 Système de Suivi et d'Évaluation

Les systèmes de Suivi et d'Évaluation (S&E) combinent une évaluation régulière pour quantifier les mesures et un suivi continu pour détecter les anomalies, garantissant ainsi des données fiables tout au long du cycle de vie d'un projet.

## 2.4 Data warehouse et base de connaissances partagée

Les entrepôts de données orientés connaissances permettent de centraliser et d'exploiter des informations souvent abstraites, comme l'impact sociétal. Ils offrent une vision commune à travers l'alliance, facilitant une évaluation précise via des indicateurs statistiques.

## 3 Notre approche

Notre travail s'inscrit dans l'alliance universitaire européenne UNITA - Universitas Montium, composée de 12 institutions collaborant autour d'objectifs communs. Cette alliance constitue une base d'expérimentation, illustrant les défis auxquels les universités européennes et, plus largement, les méta-organisations font face en matière d'évaluation d'impact sociétal.

Notre approche repose sur un cadre multi-axes aidant les méta-organisations, telles qu'UNITA, à évaluer leur impact via des méthodologies et outils orientés données (Figure 2). Nous proposons une solution de stockage orientée impact, intégrant la collecte de preuves, l'analyse d'indicateurs et des entretiens collaboratifs.

Les indicateurs d'outputs (résultats immédiats, comme le nombre de projets terminés) et d'outcomes (effets à moyen terme, comme l'accroissement des collaborations) sont au cœur de cette démarche pour suivre les progrès et soutenir la prise de décisions stratégiques.

Notre méthode s'articule en trois étapes :

— **Discussion** : Identifier les besoins de chaque institution membre.
— **Évaluation** : Valider des indicateurs fiables et adaptés.
— **Construction** : Intégrer les données validées dans un entrepôt structuré (DWH).

Les données intégrées dans le DWH permettent de générer des rapports d'évaluation, d'identifier les tendances collaboratives et de suivre les progrès. Le nettoyage des données garantit la suppression des doublons et incohérences, assurant ainsi une intégration cohérente et des analyses fiables.

Ce cadre ne se limite pas à mesurer les résultats actuels, mais vise aussi à prédire l'impact futur des actions menées par l'alliance sur son environnement sociétal. Une précision accrue des données améliore directement la performance des modèles de prédiction.

## 4 Résultats

Lors de cette première année, nous avons mis en œuvre une méthodologie structurée pour collecter les indicateurs et besoins spécifiques des différentes tâches de l'alliance UNITA. À partir d'entretiens collaboratifs, une liste d'indicateurs clés a été établie et validée avec chaque équipe.

Ce processus se finalise grâce à une seconde série d'interviews dédiée à la validation des données.

Une fois les données nettoyées pour éliminer incohérences et doublons, elles seront intégrées dans le DWH centralisé. Ce système facilite le suivi des progrès, l'identification des tendances et la prise de décisions stratégiques. Une fois validé, chaque indicateur peut être collecté auprès des institutions membres pour amorcer les travaux d'analyse : création de rapports et prédiction de l'impact.

La saisie et l'intégration des données se font semi-automatiquement via des formulaires standardisés remplis par les institutions partenaires, puis enregistrés dans le DWH. Ces données alimentent UNITApedia, une solution MediaWiki sémantique connectée au DWH, offrant des rapports interactifs et un accès transparent aux données pour tous les acteurs.

La Table 1 illustre une sélection d'indicateurs pertinents utilisés pour mesurer les résultats (outputs) et les effets (outcomes) des activités de l'alliance UNITA.

TABLE 1 – Exemples d'indicateurs outputs (sélection)

| **Indicateurs** | **Unités** |
|---|---|
| Pourcentage de projets UNITA évalués | % |
| Nombre d'événements de matchmaking | Nombre |
| Nombre de publications scientifiques | Nombre |

## 5 Remerciements

Je souhaiterais remercier l'alliance UNITA pour son aide sur ce travail ainsi que sa participation comme modèle de base pour explorer ses possibilités.

## Références

[1] Göran AHRNE et Nils BRUNSSON. "Organizations and meta-organizations". en. In : *Scandinavian Journal of Management* 21.4 (déc. 2005), p. 429-449. ISSN : 09565221. DOI : 10.1016/j.scaman.2005.09.005.

[2] Kurt LEWIN. "Frontiers in group dynamics : concept, method and reality in social science; social equilibria and social change". In : *Human Relations* 1 (1947). Place : US Publisher : Sage Publications, p. 5-41. ISSN : 1741-282X. DOI : 10.1177/001872674700100103.

[3] Ronald LIPPITT. *The Dynamics of Planned Change : A Comparative Study of Principles and Techniques*. en. Google-Books-ID : NYBqAAAAMAAJ. Harcourt, Brace, 1958. ISBN : 978-0-15-518514-2.

[4] OECD. *Quality Standards for Development Evaluation*. fr. Paris : Organisation for Economic Co-operation et Development, 2010.

[5] Greet PEERSMAN et al. "When and how to develop an impact-oriented monitoring and evaluation system". en. In : (2016). ISSN : 2052-7209.

[6] James O. PROCHASKA et Carlo C. DICLEMENTE. "Stages and processes of self-change of smoking : Toward an integrative model of change". In : *Journal of Consulting and Clinical Psychology* 51.3 (1983). Place : US Publisher : American Psychological Association, p. 390-395. ISSN : 1939-2117. DOI : 10.1037/0022-006X.51.3.390.

# Tachymétrie par rétrodiffusion ultrasonore, démodulation analogique, acquisition via PyVisa en Python

Pierre Maréchal[1,2], Nathan Jaroszynski[2], Arthur Ferré[2], Simon Bernard[1,2], Hugues Duflo[1,2]

pierre.marechal@univ-lehavre.fr, nathan.jaroszynski@univ-lehavre.fr, simon.bernard@univ-lehavre.fr, hugues.duflo@univ-lehavre.fr

[1] IUT Le Havre, Université Le Havre Normandie
[2] Laboratoire Ondes et Milieux Complexes, LOMC UMR 6294 CNRS, Université Le Havre Normandie

**Thèmes –** *Imagerie, Électronique, Mathématiques*

**Résumé** – *Le dispositif développé dans le cadre de cette application a pour objectif de proposer une alternative aux méthodes de mesures optiques de vitesse de rotation. Plus précisément, la mise en oeuvre des transducteurs ultrasonores basse fréquence à 40 kHz permet des applications en vélocimétrie ultrasonore sans contact sur des objets en mouvement de taille centimétrique. Les interactions ultrasons / matière sont riches d'informations déjà très largement déployées dans les domaines médicaux (imagerie et vélocimétrie échographique) et industriels (contrôle non-destructif). Dans de déjà nombreux domaines, les ultrasons ont trouvé des applications dites « low-tech » telles que la mesure de distance (sonar ultrasonore) ou l'haptique ultrasonore (retour d'effort sans contact). Ainsi, un outil de tachymétrie ultrasonore a été développé. L'analyse du signal rétrodiffusé par un arbre moteur en rotation a fait apparaître une modulation d'amplitude par la fréquence de rotation. Cette approche de la réponse à un besoin de métrologie, dans le cadre spécifique de la mesure sans contact ni élément ajouté, vient illustrer une application concrète en instrumentation.*

**Mots-Clés –** *Instrumentation, modulation d'amplitude, traitement du signal, analyse des données.*

## Introduction

La mesure de vitesse (tachymétrie) constitue une problématique ancienne. Plus spécifiquement, les mesures de vitesse de rotation intéressent le secteur des machines tournantes, que ce soit dans un objectif de contrôle ou de régulation en vitesse ou en position [1]. Les signaux sonores obtenus en sortie de démodulation et filtrage analogiques sont acquis par un oscilloscope numérique Tektronix TDS1002, programmé en langage Python (https://www.python.org/) sur la base de la bibliothèque PyVisa (https://github.com/pyvisa/). Cette bibliothèque a permis d'établir le dialogue avec un oscilloscope *via* une connexion de type GPIB [2]. Le traitement et l'analyse des données issues des signaux ultrasonores aériens ont permis d'établir un protocole expérimental reproductible pour la mesure de vitesse de rotation sur un moteur à courant continu. Une étude paramétrique sur le signal obtenu a permis d'établir *in fine* la relation directe entre la fréquence de rotation du moteur et la fréquence du signal rétrodiffusé modulé, *via* une électronique d'émission-réception dédiée, incluant une démodulation analogique du signal rétrodiffusé.

## 1 Contexte et motivation

Bien que d'usage répandu, la tachymétrie sur les machines tournantes constitue une problématique récurrente. Ainsi, de nombreuses solutions techniques existantes et ayant fait leurs preuves alimentent déjà le secteur des machines tournantes [1]. Des outils et dispositifs déjà opérationnels permettent une mise en œuvre simplifiée et clé en main, au dépens de liens avec des acquis, apprentissages, connaissances techniques et scientifiques. L'enjeu de la démarche amorcée avec cette recherche appliquée portant sur la tachymétrie ultrasonore vise à rendre perceptible une grandeur ultrasonore telle que la modulation par une fréquence audible, et à rendre quantifiable l'information (fréquence) qu'elle transporte *via* la rétrodiffusion ultrasonore [3]. Par ailleurs, cette problématique transverse est propice à établir des liens entre des connaissances morcelées à travers différents enseignements. Les phénomènes physiques à l'œuvre dans la chaîne de mesure développée correspondent à des notions abordées en sciences et techniques, avec de nombreuses applications. A titre d'illustration, on peut évoquer la conversion électro-mécanique à l'œuvre dans les transducteurs *via* l'effet piézoélectrique ; la propagation d'ondes ; la diffusion et l'atténuation en résultant ; la modulation de signaux (par une cible en mouvement relativement à un émteeur et une source statiques) et les modulations associées. Ce cadre concret illustre une application d'instrumentation.

## 2 Modulation ultrasonore

La mesure de vitesse par le traitement de signaux ondulatoires, se base généralement sur l'effet Doppler [4]. Cette modulation Doppler, couramment utilisée dans de nombreux domaines de l'astrophysique, de la physique et de la médecine, trouve aussi de multiples applications en sciences et techniques, pour la débitmétrie (oléoducs) par exemple. Dans le cas des ultrasons aériens, aujourd'hui intégrés dans de nombreux véhicules ou dans des dispositifs de mesure de distance, la sensibilité aux effets de la température (~0,6 $m.s^{-1}.K^{-1}$) ou bien de l'humidité relative (négligeable) peuvent être compensés [5]. Une application à la tachymétrie a ainsi été envisagée, avec une déduction de la vitesse de rotation à partir de la formule Doppler en émission-réception. Dans la mesure où la vitesse de déplacement de la cible (C) en mouvement relativement à l'émetteur (E) et au réflecteur (R) tous deux statiques, avec une vitesse $v$ petite devant celle du son dans l'air $c$, *i.e.* $v << c$, alors la fréquence Doppler résultant d'un son rétrodiffusé par une cible C se réduit à : $f_D = (2v/c).f_0$. Cependant, par sérendipité, le phénomène observé expérimentalement a été tout autre, nécessitant une analyse. La fréquence émise étant $f_E = f_0$, celle reçue est $f_R = f_0 \pm f_{mod}$. Cette observation correspond à une modulation d'amplitude, dont la porteuse (haute fréquence) est celle émise de l'onde ultrasonore $f_E = f_0$, et le signal modulant (basse fréquence) de modulation $f_{mod}$ résulte de la rotation de l'arbre (roue dentée). Ainsi, la fréquence perçue par un récepteur ultrasonore est décalé à fréquence $f_R = f_0 \pm f_{mod}$. Avec une fréquence d'émission, *i.e.* $f_E = f_0 > 20$ kHz ultrasonore (haute) et une fréquence de modulation $f_{mod}$ (basse) n'excédant pas quelques centaines de Hertz, le décalage de fréquence reçue, *i.e.* $f_R = f_0 \pm f_{mod}$, est traduit (démodulation) par un son audible, *i.e.* $f_{mod}$.

### 2.1 Principe

Afin d'évaluer des grandeurs mesurables, un dispositif d'émission-réception ultrasonore a été développé (Figure 1) afin de démoduler le signal ultrasonore rétrodiffusé.

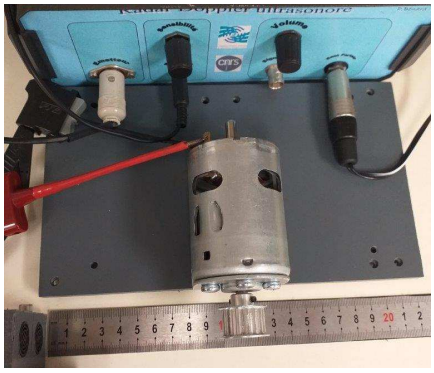


Figure 1 – Dispositif d'émission-réception ultrasonore et de démodulation sonore du signal rétrodiffusé.

### 2.2 Signal de modulation

Comme illustré en Figure 2, Le signal rétrodiffusé $s_R(t)$ est modulé par la vitesse de déplacement de la cible $v$. Un circuit électronique analogique conçu sur-mesure opère la démodulation *via* le produit signal reçu $s_R(t)$ par celui émis $s_E(t)$, puis le filtrage du résultat. Le signal $s_{mod}(t)$ résultant est ainsi rendu audible $f_{mod} = |\Delta f_{E/R}| = |f_R - f_E|$ :

$$s_{mod}(t) = A.\cos(2\pi f_{mod} t) \quad (1)$$

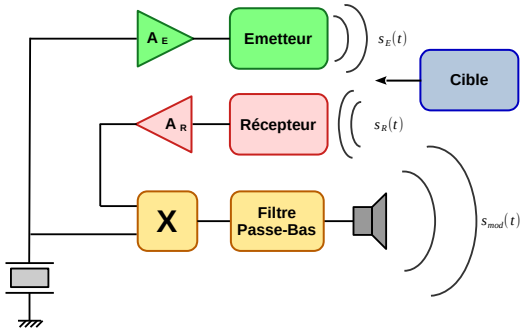
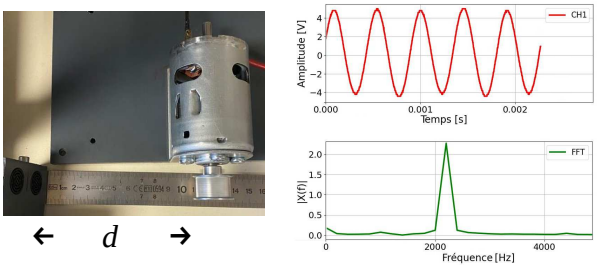



Figure 2 – Extraction de la composante de modulation.

La chaîne d'instrumentation (Figure 2) illustre la démodulation produisant le signal sinusoïdal démodulé (équation (1)) à la fréquence $f_{mod} = N.f_{rot}$, résultant du produit du nombre de dents $N$ de la roue crantée fixée sur l'arbre moteur à la fréquence de rotation de la roue $f_{rot}$.

## 3 Application à la tachymétrie ultrasonore

Les signaux rétrodiffusés par une roue crantée ont été analysés (Figure 3 (a)). La fréquence de modulation obtenue (Figure 3 (b)) $f_{mod} = N.f_{rot}$ résulte du produit de la fréquence de rotation de l'arbre moteur $f_{rot}$ par le nombre de crans $N$ disposés sur la roue. Afin de disposer d'une large plage de mesure de vitesse de rotation, un moteur à courant continu a été choisi avec une vitesse nominale de 9000 tr/min à 12 V selon la documentation (Datasheet).




(a) (b)

Figure 3 – (a) Tachymétrie par rétrodiffusion ultrasonore. (b) Extraction de la composante de modulation.

Ainsi, la mesure de vitesse de rotation a été étudiée pour deux distances E/R : $d$= 10 et 50 cm. Les signaux acquis ont été analysés par transformée de Fourier (FFT) afin d'évaluer la fréquence de modulation $f_{mod}$ (Figure 4). Pour chaque tension $U_{alim}$ (V), la fréquence de modulation $f_{mod}$ a été mesurée et la fréquence de rotation $f_{rot}$ déduite.

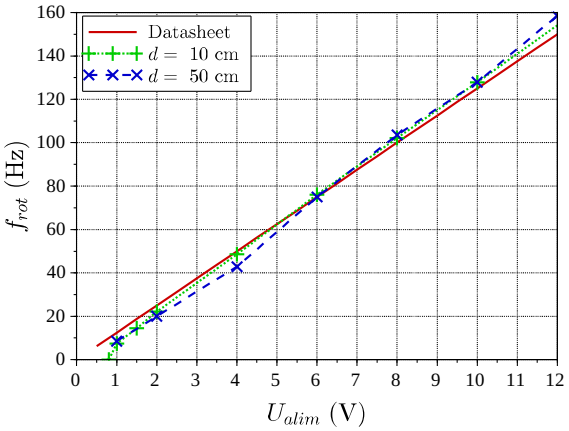



Figure 4 – Correspondance entre fréquence de rotation $f_{rot}$ théorique et $f_{rot} = f_{mod}/N$ mesurée en fonction de $U_{alim}$ (V).

## 4 Conclusion

Un protocole expérimental a été mis au point pour évaluer des vitesses de rotation de machines tournantes, *via* le développement d'une instrumentation faisant appel à des notions multiphysiques. L'étude de faisabilité de la tachymétrie ultrasonore par rétrodiffusion ultrasonore a donné des résultats répétables et reproductibles. Les vitesses de rotation mesurables s'étendent ainsi sur une large gamme, jusqu'à 9000 tr/min. D'autres applications de rétrodiffusion ultrasonore sont envisageables, depuis la vélocimétrie jusqu'à la tachymétrie. Ainsi, le dispositif « *low-tech* » développé et la méthodologie mise en œuvre peuvent s'appliquer à de nouvelles études, dont la vibrométrie ultrasonore constitue une perspective.

## Références


[1] Leblois P., "*Mesures tachymétriques*", Mesures mécaniques et dimensionnelles, 2006.

[2] Reinhardt S., Butschkow C., Geissler S., Dirnaichner A., Olbrich F., Lane C., Schröer D. and Hüttel A., "*Lab::Measurement—A portable and extensible framework for controlling lab equipment and conducting measurements*", Computer Physics Communications, vol. 234, p. 216-222, 2019.

[3] Dos Santos S., Maréchal P., Girault J.M. and Vander Meulen F., "*Characterization of a moving surface roughness by backscatter ultrasound performed with time-frequency analysis and high order statistics*", p. 149-154, 2001.

[4] Le Coz J. and Caré I., "*Détermination du débit des fluides par ntégration du champ des vitesses*", Mesures physiques, 2017.

[5] Zuckerwar A.J., "*Handbook of the speed of sound in real gases. 3, Speed of sound in air*", Academic Press, 2002.

# *Caenorhabditis elegans*, un modèle utilisé pour le criblage de microbiotes fromagers à effet santé

Muriel Bonnet[2,4], Cyril Poupet[1], Anna Diet[2], Paul-Marie Grollemund[3,4], Laurent Rios[2], Stéphanie Bornes[2,4], Céline Delbès[2]

cyril.poupet@univ-tours.fr anna.diet@vetagro-sup.fr paul_marie.grollemund@uca.fr
muriel.bonnet@uca.fr laurent.rios@vetagro-sup.fr stephanie.bornes@uca.fr
celine.delbes@inrae.fr

[1]Université de Tours, INRAE, ISP, F-37000, Tours, France

[2]Unité Mixte de Recherche sur le Fromage, UMRF 0545 UCA-INRAE-VetAgro Sup

[3]Université Clermont Auvergne, CNRS, LMBP, France

[4]IUT Clermont Auvergne, Université Clermont Auvergne

**Thèmes –** *Biologie - Santé*

**Résumé –** *Les fromages sont des aliments fermentés et une source de micro-organismes lorsque nous les consommons. En effet, les fromages, et en particulier ceux au lait cru, sont connus pour leur grande biodiversité microbienne au sein de laquelle des micro-organismes bénéfiques pour la santé humaine sont présents. Après consommation, ils peuvent s'installer dans notre organisme et avoir un effet.*

*Nous utilisons le modèle in vivo* Caenorhabditis elegans *pour rechercher les effets santé liés à la consommation de micro-organismes fromagers.* C. elegans *est un eucaryote invertébré rond à peau lisse et mesure environ 1 mm à l'âge adulte. Il vit dans le sol et principalement dans la végétation en décomposition où il se nourrit de micro-organismes (bactéries, levures). En laboratoire, il se nourrit exclusivement de la bactérie* Escherichia coli *OP50 et sa culture se fait en boîtes de Petri. Son anatomie très simple et facilement observable du fait de son corps transparent, en fait un modèle de choix pour l'étude de microorganismes ayant de potentiels effets sur la santé.*

**Mots-Clés –** *C. elegans*, interaction microbienne, alimentation et santé

## 1 Introduction

Les questions de santé apparaissent au cœur des relations entre agriculture, alimentation et environnement. Dans ce contexte, l'UMRF a pour objectif de développer des travaux visant à mieux comprendre les divers facteurs et mécanismes qui, de la production agricole jusqu'à la consommation alimentaire, régissent la qualité des aliments et affectent la santé humaine.

Une des thématiques développées à l'UMRF est centrée sur l'évaluation de l'impact intestinal et le bénéfice santé de microorganismes présents dans les fromages. Les fromages sont des aliments fermentés et une source de micro-organismes lorsque nous les consommons. C'est pourquoi des chercheurs ont orienté leurs travaux sur ces « bioréacteurs alimentaires ». En effet, les fromages, et en particulier ceux au lait cru, sont connus pour leur grande biodiversité et il est facile d'imaginer que des micro-organismes bénéfiques pour la santé humaine sont présents dans ces microbiotes. Après consommation, ils peuvent s'installer dans notre organisme et avoir un effet. Nous nous intéressons plus particulièrement au devenir des bactéries et levures lactiques, mais aussi aux molécules qu'elles synthétisent et qui pourraient jouer un rôle bénéfique pour l'hôte (anti-pathogène, anti-inflammatoire, anti-oxydant, ...).

## 2 Le modèle *Caenorhabditis elegans*

Le nématode *Caenorhabditis elegans* (Figure 1) est un modèle *in vivo* très utilisé depuis une dizaine d'années pour étudier les interactions entre des microorganismes et leur hôte. Cet animal est un compromis pertinent entre les approches *in vitro* et les approches *in vivo* très lourdes et couteuses réalisées chez les mammifères (rat, souris puis homme). *C. elegans* est un eucaryote invertébré rond à peau lisse qui possède un long corps effilé aux extrémités et mesure environ 1 mm à l'âge adulte. Il vit dans le sol et principalement dans la végétation en décomposition où il se nourrit de micro-organismes (bactéries, levures). En laboratoire, il se nourrit exclusivement de la bactérie *Escherichia coli* OP50 et sa culture se fait en boîtes de Petri, ce qui demande peu d'entretien, d'espace et de matériel. Il a une durée de vie de 3 semaines environ. C'est un organisme hermaphrodite autofécondant, chaque ver peut générer jusqu'à 300 oeufs. Son cycle de reproduction est donc rapide et efficace. Le génome de ce nématode est entièrement séquencé et annoté et la fonction de chacun de ses gènes est connue. Il possède de plus d'importantes homologies génétiques et protéiques avec l'Homme, les voies de signalisation sont extrêmement bien conservées entre les espèces. *C. elegans* est facilement manipulable génétiquement ce qui a permis la création d'une banque de mutants très importante qui est mise à disposition de la communauté scientifique utilisant ce modèle, le *C. elegans* Genetics Center, localisé à l'Université du Minesota (https://cgc.umn.edu/). Cette caractéristique en fait un modèle performant pour des études de mécanistique moléculaire. D'un point de vue technique, ce ver est facile à maintenir, à multiplier et à utiliser en laboratoire puisque son utilisation ne nécessite pas d'infrastructure lourde ni de consommable particulier. L'utilisation de *C. elegans* permet de progresser vers une expérimentation en biologie moins couteuse, et surtout plus éthique en limitant le nombre d'animaux (mammifères) sacrifiés à des fins de recherche [1].

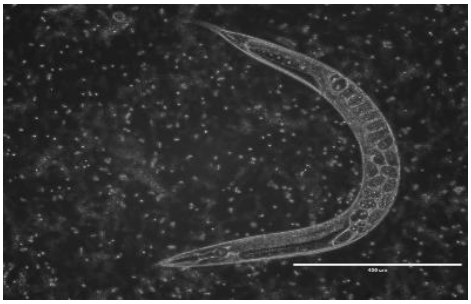


Figure 1 : *Caenorhabditis elegans*

## 3 Le criblage de microorganismes à effet santé

A l'UMRF, nous avons développé le modèle *Caenorhabditis elegans* pour cribler et étudier des microorganismes à effet santé et pour caractériser l'effet d'extraits de fromage (effet anti-pathogènes, réponse aux mécanismes inflammatoires ou résistance au stress oxydatif). Les approches que nous développons nous permettent d'améliorer notre compréhension des interactions entre des microorganismes fromagers, des bactéries pathogènes et l'hôte [2,3,4].

Nous utilisons le modèle *in vivo Caenorhabditis elegans* pour rechercher les effets santé liés à la consommation de micro-organismes fromagers. L'influence des micro-organismes sur le modèle *in vivo C. elegans* a été évaluée en mesurant la longévité du ver en présence de différents microorganismes d'origine fromagère (Figure 2). Cette approche *in vivo* a ainsi révélé que la levure *Debaryomyces hansenii* (Dh25) augmente la durée de vie du ver et le protège également contre l'infection via *Salmonella Thyphimurium* (ST), confirmant que ce modèle peut être utile pour le dépistage des levures probiotiques du fromage.

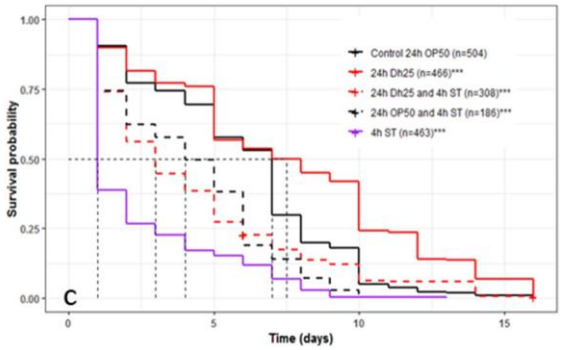



Figure 2 : effets préventifs de Dh25 sur l'infection du nématode mutant AU37 par *Salmonella Typhimurium*. Les astérisques représentent les p-values (log-rank test) contre *E. coli* OP50 (*, $p < 0.05$; **, $p < 0.01$; ***, $p < 0.001$).

Une étude [5] nous a permis de montrer que des fractions de fromages (d'origines, fabrications, fractionnements variables) améliorent significativement le taux de survie du nématode lorsqu'ils sont exposés à des conditions oxydatives (Figure 3).

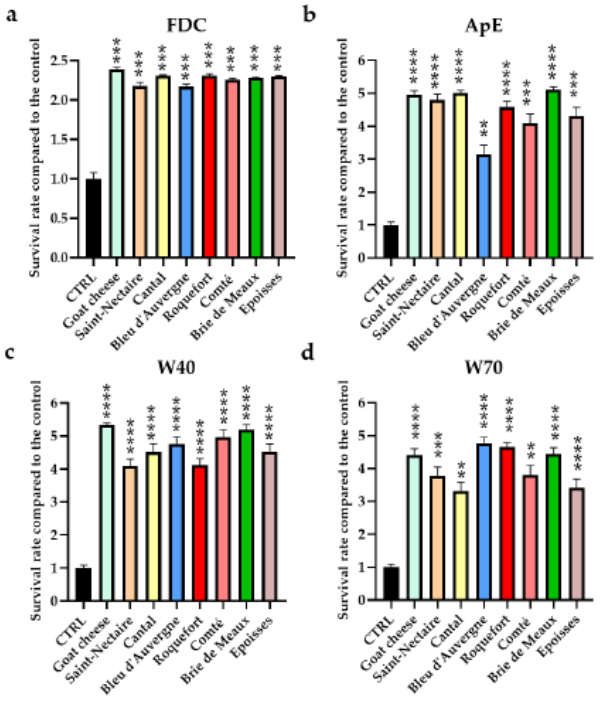



Figure 3 : Taux de survie de la souche N2 de *Caenorhabditis elegans* sur milieu oxydatif. Les nématodes ont été incubés sur un milieu de culture standard (CTRL) ou supplémenté avec les différentes fractions FDC (a), ApE (b), W40 (c), ou W70 (d). Après 5 jours, les nématodes ont été placés sur un milieu gélosé avec $H_2O_2$ pendant 3,5 h. Le taux de survie a été mesuré pour chaque échantillon et comparé au taux de survie du témoin (CTRL), fixé à 1. Les résultats sont présentés sous forme de moyenne ± écart-type (n = 6); ** = p < 0,01; *** = p < 0,001; **** = p < 0,0001.

Suite à ces expérimentations, nous avons développé un outil informatique et statistique qui facilite et améliore le traitement des données générées par les expérimentations utilisant le modèle *C. elegans*.

## 4 Conclusion

Le modèle *C. elegans* offre de nombreuses potentialités pour le criblage et la caractérisation au niveau moléculaire de microorganismes d'origine fromagère, et alimentaire en général, pouvant présenter des capacités bénéfiques pour la santé humaine et animale.

Les questions de santé, en lien avec l'émergence de maladies infectieuses, apparaissent au cœur des relations entre agriculture, alimentation et environnement. Dans ce contexte, l'UMRF a pour objectif de développer des travaux visant à mieux comprendre les divers facteurs et mécanismes qui, de la production agricole jusqu'à la consommation alimentaire, régissent la qualité des aliments et affectent la santé humaine. Les travaux de recherche que nous menons en utilisant le modèle *C. elegans* contribueront à évaluer l'impact santé (microbiote, durée de vie, nutrition) des microbiotes des fromages et aussi, en s'intégrant dans des projets d'ambition nationale, de dégager des hypothèses sur l'effet du système d'exploitation agricole (environnement et nourriture des animaux) sur l'appréciation et la valeur santé des fromages.

## 5 Références

[1] Poupet C, Chassard C, Nivoliez A, Bornes S. *Caenorhabditis elegans*, a Host to Investigate the Probiotic Properties of Beneficial Microorganisms. Front Nutr. 2020 Aug 21;7:135. doi: 10.3389/fnut.2020.00135. PMID: 33425969; PMCID: PMC7786404.

[2] Cardin G, Poupet C, Bonnet M, Veisseire P, Ripoche I, Chalard P, Chauder A, Saunier E, Priam J, Bornes S, Rios L. A Mechanistic Study of the Antiaging Effect of Raw-Milk Cheese Extracts. Nutrients. 2021 Mar 10;13(3):897. doi: 10.3390/nu13030897. PMID: 33802038; PMCID:PMC8000626.

[3] Cardin G, Ripoche I, Poupet C, Bonnet M, Veisseire P, Chalard P, Chauder A, Saunier E, Priam J, Bornes S, Rios L. Development of an innovative methodology combining chemical fractionation and in vivo analysis to investigate the biological properties of cheese. PLoS One. 2020 Nov 19;15(11):e0242370. doi:10.1371/journal.pone.0242370. PMID: 33211771; PMCID: PMC7676648.

[4] Veisseire P, Bonnet M, Saraoui T, Poupet C, Camarès O, Gachinat M, Callon C, Febvre G, Chassard C, Bornes S. Investigation into *In Vitro* and *In Vivo Caenorhabditis elegans* Models to Select Cheese Yeasts as Probiotic Candidates for their Preventive Effects against *Salmonella* Typhimurium. Microorganisms. 2020 Jun 18;8(6):922. doi: 10.3390/microorganisms8060922. PMID: 32570901; PMCID: PMC7356738.

[5] Diet A., Poix C., Bonnet M., Coelho C, Ripoche I., Decombat C., Priam J., Saunier E., Chalard P., Bornes S., Caldefie-Chezet F. and Rios L. 2024. Exploring the Impact of French Raw-Milk Cheeses on Oxidative Process Using *Caenorhabditis elegans* and Human Leukocyte Models. Nutrients 16, 1862. https://doi.org/10.3390/nu16121862.

# Utilisation des vésicules extracellulaires comme biomarqueurs pronostiques de la réponse au traitement dans le cancer de la prostate

Gaspar Lopes, J.[1*]
jeanne.gaspar-lopes@u-pec.fr

Majidipur, A.[1]
ami.majidi@gmail.com

Soyeux-Porte, P.[1]
pascale.porte@u-pec.fr

Com, E.[2,3]
emmanuelle.com@univ-rennes.fr

Vacherot, F.[1]
vacherot@u-pec.fr

Destouches, D[1]
damien.destouches@u-pec.fr

Firlej, V.[1*]
virginie.firlej@u-pec.fr

[1] IUT de Créteil-Vitry
Laboratoire TRePCa – Université Paris-Est Créteil (UPEC)

[2] Institut de recherche en santé, environnement et travail (IRSET)
Equipe COCOON & Plate-forme Protim

[3] IRSET
Inserm_UMR_S_1085

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Biologie - Santé*

**Résumé –** *En 2018, l'incidence du cancer de la prostate (CaP) en France a été estimée à plus de 50 000 nouveaux cas et 8700 décès. Malgré des traitements dans un premier temps efficaces, les cellules tumorales développent une capacité d'adaptation face aux traitements, ce qui mène à une hétérogénéité très forte au sein de la tumeur et limite l'utilisation des traitements. Il est important de pouvoir détecter ce phénomène d'hétérogénéité chez les patients afin de pouvoir leur proposer un traitement adapté et efficace. Ce projet propose l'utilisation des vésicules extracellulaires, des petites particules reflétant la cellule d'origine, comme source de biomarqueurs indicateurs de cette hétérogénéité phénotypique. Dans ce cadre, deux techniques d'analyse des protéines et ARN à haut débit ont été mises en œuvre. Ces deux techniques nous ont permis de sélectionner des protéines et des ARN spécifiques de chaque phénotype qui pourraient être des biomarqueurs prometteurs pour le pronostic et pour permettre une personnalisation du traitement.*

**Mots-Clés –** *cancer de la prostate, vésicules extracellulaires, résistance, biomarqueurs*

**Section(s) CNU pour cet article –** *64,65*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *OUI*

# 1 Introduction

## 1.1 Cancer de la prostate et prise en charge

Le cancer de la prostate (CaP), avec plus de 50 000 nouveaux cas estimés et 8 700 décès en 2018 en France, représente le premier cancer de l'homme de plus de 50 ans. Il se situe au troisième rang des décès par cancer chez l'homme.

Alors que la plupart des patients évoluent favorablement suite à une chirurgie ou de la radiothérapie, une fraction non négligeable développera une maladie agressive avec l'apparition de métastases. L'hormonothérapie aboutissant au blocage de la production de testostérone par castration chimique est le traitement de référence pour les formes avancées et métastatiques du CaP. Néanmoins, certaines de ces cellules survivent au traitement et sont à l'origine du développement de tumeurs métastatiques et résistantes à la castration (CPRCm). Plusieurs traitements peuvent ensuite être proposés, mais leur effet ne sera que transitoire et avec de nombreux effets secondaires.

Des études récentes soulignent qu'un traitement prolongé par ces thérapies induit une réponse adaptative des cellules tumorales, notamment à travers l'émergence d'une forte hétérogénéité tumorale, correspondant à des cellules différentes qui peuvent changer d'identité, leur permettant de résister aux traitements. [1]

Dans le CaP, les cellules tumorales ont la possibilité d'acquérir un phénotype de cellules neuroendocrines, processus nommé neurotransdifférenciation (NED), tandis que d'autres cellules tumorales prostatiques sont capables de subir une transition épithéliale mésenchymateuse (TEM) et son processus inverse (TME). Ces changements phénotypiques contribuent à augmenter l'hétérogénéité du cancer, la formation de métastases et la résistance aux thérapies. [2] La conséquence de cette possibilité qu'une cellule tumorale puisse acquérir un autre phénotype est l'hétérogénéité tumorale c'est à dire qu'au sein d'une même tumeur, il existe différentes populations de cellules tumorales, qui ne répondent pas de la même façon aux traitements.

## 1.2 Vésicules extracellulaires

Les vésicules extracellulaires (VE) sont définies comme des particules libérées par toutes les cellules de l'organisme et forment un groupe hétérogène dont les plus connues sont les exosomes et les microvésicules. [3]

Il est maintenant admis que ces VE participent aux communications intercellulaires en transportant et en déversant leur contenu dans une cellule hôte [4,5]. Elles vont donc pouvoir jouer un rôle dans la physiologie de la cellule. En particulier de nombreuses études suggèrent que les VE sont un acteur dans le développement des cancers en influant par exemple sur la prolifération des cellules ou l'apparition de métastases [6].

Ces VE contenant du matériel biologique comme des ARN, de l'ADN, des protéines et des lipides peuvent être retrouvées dans les liquides biologiques tels que le sang ou les urines. Elles peuvent donc être utilisées comme source de marqueurs biologiques car leur contenu reflète l'origine de la cellule qui les secrètent et peuvent être récoltées de manière non invasives (prise de sang ou récolte d'urine).

## 1.3 Enjeux actuels

Les biopsies ne font pas partie des recommandations en onco-urologie au stade avancé de la maladie car souvent trop invasives et responsables de complications. Elles ne constituent donc pas un matériel permettant de suivre la maladie ni d'avoir une idée de l'hétérogénéité tumorale à un instant t de la maladie. L'identification du type cellulaire présent dans la tumeur est pourtant un point clé dans la prise en charge du patient. En effet, elle permettrait de mieux connaitre les caractéristiques de la tumeur, donc une prise en charge plus efficace par la mise en œuvre de traitements ciblés.

Pour s'affranchir de l'utilisation de biopsie, l'utilisation des VE dans les fluides biologiques nous est apparue comme intéressante. Notre projet propose donc l'utilisation des VE comme source de biomarqueurs pronostiques de la réponse aux traitements.

# 2 Méthodologie

Ce projet s'appuie sur la recherche de biomarqueurs à partir de lignées cellulaires prostatiques tumorales. Nous disposons pour cela de cinq lignées cellulaires qui reflètent la diversité de phénotypes retrouvés au cours de la progression du CaP : épithélial, mésenchymateux et neuroendocrine.

Nous avons choisi de résumer les différents modèles cellulaires utilisés dans le tableau ci-dessous ainsi que le phénotype associé.

Table 1 : Lignées cellulaires prostatiques tumorales utilisées avec leur phénotype associé

| Lignées cellulaires | Phénotype |
|---|---|
| 22Rv1 | Epithélial (Epi) |
| 22Rv1-C4 | Mésenchymateux (Mes) |
| LNCaP | Epithélial (Epi) |
| LNCaP-NE | Neuroendocrine (NE) |
| NCI-H660 | Neuroendocrine (NE) |

L'isolement de vésicules a été réalisé à partir des milieux de culture des cellules à partir desquels nous avons réalisés une ultrafiltration afin de concentrer nos vésicules puis une ultracentrifugation, qui permet de ne récupérer que les plus petites particules présentes, à savoir nos vésicules.

Deux approches à grande échelle, c'est-à-dire visant à obtenir la totalité de l'information génétique et protéique contenue dans les vésicules, ont été mises en place pour la recherche de biomarqueurs : une étude protéomique par spectrométrie de masse pour la recherche de l'ensemble des protéines présentes, ainsi qu'une étude de séquençage des ARN pour la recherche de microARN (petits ARNs abrégés miARN). Pour cela, chacun des 5 types de vésicule a été étudié en triplicatas. A la suite de ces études, nous pourrons comparer les différentes protéines et miARN présents au sein de nos VE et déterminer des biomarqueurs caractéristiques de chaque phénotype.

## 3 Résultats

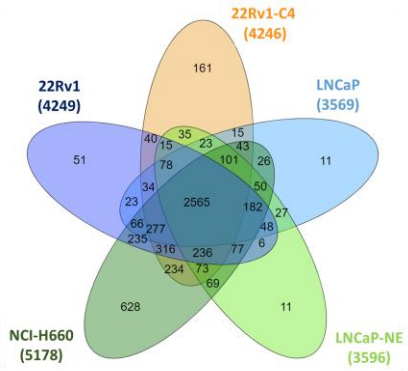



Figure 1 : Diagramme de Venn des protéines retrouvées dans les vésicules de 22Rv1, 22Rv1-C4, LNCaP, LNCaP-NE et NCI-H660

Pour chaque lignée, le nombre de protéines totales a été déterminé et le diagramme de Venn ci-dessus nous permet de présenter les protéines communes ou uniques dans chaque type de vésicule. Nous avons ainsi mis en évidence des protéines spécifiques de chaque phénotype (Figure 1). La présence de ces biomarqueurs est en cours de confirmation par une technique de Western blot, permettant la mise en évidence de protéines dans les vésicules.

De même, l'analyse des miARN à grande échelle a permis la mise en évidence de signatures spécifiques de chaque phénotype. Comme pour l'analyse des protéines, nous pourrons déterminer des éventuels biomarqueurs de chaque type de vésicules.

Les miARN mis en évidence seront ensuite confirmés et feront l'objet de test fonctionnels, notamment en inhibant leur expression pour regarder l'effet sur nos cellules.

## 4 Conclusions et perspectives

Par deux approches d'analyse à grande échelle, nous avons pu mettre en évidence des biomarqueurs dans chaque type de vésicule, en lien avec leur phénotype.

A l'avenir, nous souhaitons mettre en place un test en cytométrie en flux permettant de quantifier les différents types de VE (NE, Mes, Epi) à partir des vésicules de patients en utilisant les marqueurs de chaque type vésiculaire, mis en évidence dans cette étude. Nous espérons pouvoir déterminer un pourcentage d'hétérogénéité tumorale chez les patients et pouvoir le corréler avec une éventuelle résistance au traitement.

## 5 Remerciements

Un grand merci à toutes les personnes ayant permis la réalisation de ce projet. En particulier, nous remercions la plateforme Protim (Rennes) pour la réalisation et l'analyse de la protéomique.

## Références

[1] Roubaud, G., Liaw, B., Oh, W. et al. Strategies to avoid treatment-induced lineage crisis in advanced prostate cancer. Nat Rev Clin Oncol 14, 269–283 (2017). https://doi.org/10.1038/nrclinonc.2016.181

[2] Beltran, H. et al. Challenges in recognizing treatment-related neuroendocrine prostate cancer. J. Clin. Oncol. Off. J. Am. Soc. Clin. Oncol. 30, e386-389 (2012).

[3] Théry, C. et al. Minimal information for studies of extracellular vesicles 2018 (MISEV2018): a position statement of the International Society for Extracellular Vesicles and update of the MISEV2014 guidelines. J. Extracell. Vesicles 7, 1535750 (2018).

[4] Van Niel, G., D'Angelo, G. & Raposo, G. Shedding light on the cell biology of extracellular vesicles. Nat. Rev. Mol. Cell Biol. 19, 213–228 (2018).

[5] Colombo, M., Raposo, G. & Théry, C. Biogenesis, secretion, and intercellular interactions of exosomes and other extracellular vesicles. Annu. Rev. Cell Dev. Biol.

[6] Chang, W.-H., Cerione, R. A. & Antonyak, M. A. Extracellular Vesicles and Their Roles in Cancer Progression. Methods Mol. Biol. Clifton NJ 2174, 143–170 (2021).

# Application de prétraitements aux procédés de séchage de macroalgues

Jeanne Le Loeuff[1,*] Virginie Boy[1] Pascal Morançais[2]
Nathalie Bourgougnon[3] Jean-Louis Lanoisellé[1,†]
jeanne.le-loeuff@univ-ubs.fr virginie.boy@univ-ubs.fr pascal.morancais@univ-ubs.fr
nathalie.bourgougnon@univ-ubs.fr

[1] IUT de Lorient - Pontivy, site de Pontivy, Université Bretagne Sud
Institut de Recherche Dupuy de Lôme, IRDL UMR CNRS 6027

[2] IUT de Lorient - Pontivy, site de Pontivy, Université Bretagne Sud
Laboratoire de Biotechnologie et Chimie Marines, LBCM, EA 3884

[3] Université Bretagne Sud, site de Vannes
Laboratoire de Biotechnologie et Chimie Marines, LBCM, EA 3884

**Thèmes –** *Autre*

**Résumé –** *Le présent article fait l'objet de travaux de recherche concernant l'application de prétraitements avant des procédés de séchage afin d'optimiser le séchage et d'améliorer la qualité des algues séchées. Ces procédés ont été appliqués sur les macroalgues brunes Sargassum muticum. Les prétraitements appliqués regroupent indépendamment la déshydratation par pressage et les champs électriques pulsés (CEP). Tout d'abord, ces prétraitements ont été optimisés en suivant la cinétique de déshydratation pour le pressage, et en étudiant la cinétique de désintégration pour les CEP. Ensuite, certaines conditions de ces prétraitements ont été appliquées dans le but d'étudier leur impact sur les cinétiques de séchage, les propriétés fonctionnelles, la couleur et la composition biochimique des algues.*

**Mots-Clés –** *Champs électriques pulsés, déshydratation par pressage, macroalgues, séchage.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *62.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Introduction

De part leur fort taux d'humidité initial et leur saisonnalité, les algues doivent souvent être stabilisées en vue de faciliter leur valorisation. Le procédé de séchage est largement utilisé comme technique de préservation des produits agricoles et alimentaires. Des prétraitements peuvent être appliqués afin de réduire les coûts énergétiques liés à ce procédé thermique. Cette étude s'est intéressée à deux prétraitements et à trois procédés de séchage pour une application sur les macroalgues brunes *Sargassum muticum* présentent sur les côtes européennes.

## 2 Procédés appliqués

Deux prétraitements ont été appliqués indépendamment avant différents procédés de séchage. Les algues *Sargassum muticum* utilisées dans cette étude ont été récoltées sur la plage de Kercambre à Saint-Gildas-de-Rhuys et stockées à 4 °C dans de l'eau salée jusqu'à leur utilisation.

### 2.1 Prétraitements

- Déshydratation par pressage

Le prétraitement par pressage a été appliqué à une pression constante de 3,2 bar sur des algues au préalablement rincées et coupées à la taille de 10 cm. La cinétique de déshydratation a été réalisée avec le suivi de la masse du jus extrait. Un premier pressage de 5 min a été effectué, puis les algues ont été remuées avant d'être soumises à nouveau à un pressage de 5 min. Les algues ainsi pressées ont été directement séchées.

- Champs électriques pulsés (CEP)

Ce prétraitement permet d'extraire des molécules d'intérêts ou l'eau contenue dans les cellules par électroporation de la membrane. Il a été appliqué avec des intensités variant entre 200 V $cm^{-1}$ et 3 000 V $cm^{-1}$ permettant jusqu'à une désintégration totale de *Sargassum muticum.* Les algues utilisées ont été rincées à l'eau du robinet et coupées à 10 cm de longueur avant d'être soumises au prétraitement, puis au séchage. Afin d'obtenir les cinétiques de désintégration des algues, l'impédance a été relevée après chaque train d'impulsion de 3 secondes, et ce pour les 15 trains appliqués pour tracer la cinétique pour chaque intensité.

L'indice de désintégration Z (-) est ensuite calculé comme suit [1] :

$$Z = (\sigma - \sigma_i) \,/\, (\sigma_d - \sigma_i)$$

Avec σ (µS $cm^{-1}$) correspondant à la conductivité au temps t, $\sigma_i$ (µS $cm^{-1}$) est la conductivité initiale des algues et $\sigma_d$ (µS $cm^{-1}$) correspond à la conductivité d'un échantillon dont toutes les cellules sont endommagées. Ici, cette valeur est obtenue en effectuant trois cycles de congélation/décongélation (9 397 ± 101 µS $cm^{-1}$).

### 2.2 Procédés de séchage

- Jets d'air impactants

Ce procédé de séchage a été appliqué à une température de 40 °C à deux vélocités de l'air, à savoir 7 m $s^{-1}$ et 21 m $s^{-1}$. Les jets d'air sont formés par deux plénums pouvant être de différentes configurations. Dans la présente étude, il s'agit de seize buses triangulaires espacées de 50 mm composées de fentes rectangulaires de 3 mm de largeur. Par cette configuration, les jets d'air sont impactés perpendiculairement aux algues prétraitées par déshydratation par pressage. Effectué en monocouche de 4 mm d'épaisseur, les algues ont été pesées dès 1 minute de séchage, puis toutes les 10 minutes jusqu'à la fin du séchage.

- Lyophilisation

Les algues prétraitées par CEP ont ensuite été lyophilisées. Tout d'abord, elles sont congelées au sein de l'enceinte du lyophilisateur (Virtis Advantage XL-70, SP Scientific, Warminster, USA) à -45 °C pendant 5 heures, puis lyophilisées par un séchage primaire à -30 °C à 0,133 bar pendant 13 heures et un séchage secondaire à 50 °C à 0,067 bar pendant 5 heures. Les masses initiales et finales ont été relevées mais des pesées au cours de la lyophilisation ne sont pas possible puisque l'appareil fonctionne sous-vide.

- Séchage par convection naturelle en étuve

Placées dans une étuve (Modèle 600, Memmert, Schwabach, Allemagne), les algues prétraitées par les deux prétraitements indépendamment ont été séchées par convection naturelle à une très faible vélocité de l'air et à une température de 40 °C (précision ± 2 °C). Les échantillons ont été pesés toutes les 10 minutes jusqu'à la fin du séchage.

Les effets des prétraitements sur les algues séchées sont ensuite déterminés en comparant les propriétés fonctionnelles des algues (capacité de rétention d'eau et ratio réhydratation), leur couleur et leur composition biochimique (acides uroniques, protéines, sucres neutres, matière minérale et composés phénoliques). Les cinétiques de séchage ont également été comparées.

## 3 Résultats

### 3.1 Cinétique des prétraitements

Il s'avère que le prétraitement par pressage permet de réduire de manière significative l'humidité initiale des algues avec une réduction entre 39 % et 50 %. Concernant les CEP, la perte d'eau des algues fraîches est de l'ordre de 17 % à 20 % en fonction du niveau de désintégration. Cette diminution d'eau contenue dans le produit permet ainsi de réduire les temps de séchage.

De plus, les cinétiques de désintégration des algues par CEP ont permis de relier l'indice de désintégration Z avec l'intensité du champ électrique (Fig. 1), facilitant la

détermination des conditions opératoires du prétraitement en fonction de la désintégration souhaitée.

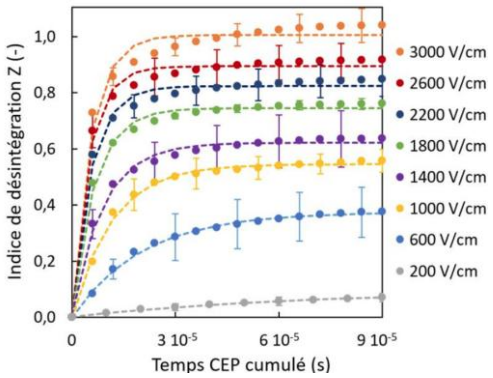



Figure 1 – Cinétique de désintégration de *Sargassum muticum* au cours du traitement par champs électriques pulsés

### 3.2 Impact des prétraitements sur les cinétiques de séchage

Les prétraitements réduisent les temps de séchage par convection naturelle jusqu'à 330 minutes. Au-delà de ce temps, toutes les courbes sont confondues et l'effet des prétraitements sur l'humidité n'est plus visible. Par ailleurs, les CEP ne permettent pas d'améliorer de manière significative les cinétiques de séchage en étuve à 40 °C de *S. muticum*.

En revanche, le prétraitement par pressage permet de réduire les temps de séchage pour les deux vélocités de l'air étudiées pour le séchage par jets d'air impactants. Les résultats obtenus pour les deux temps de pressage ont démontré qu'un pressage de 5 min appliqué en tant que prétraitement, permettait une meilleure optimisation de ce procédé de séchage. Ce temps sera donc retenu.

Concernant l'application des CEP avant la lyophilisation, ils améliorent la diffusion, et donc les cinétiques de lyophilisation. Par ailleurs, les effets des CEP sur les cinétiques sont relativement proches, puis se confondent après 300 minutes de lyophilisation. Il n'est donc pas nécessaire de pousser la désintégration à son maximum.

### 3.3 Effets des prétraitements sur les propriétés fonctionnelles, la couleur et la composition biochimique des algues

Le prétraitement par CEP, et ce pour les deux degrés de désintégration, présente les mêmes impacts sur le ratio de rétention d'eau et la capacité de rétention d'eau que les algues non traitées, à savoir une meilleure rétention d'eau pour les algues lyophilisées que les algues séchées à l'étuve. Pour le pressage de 10 min avant le procédé de séchage, les résultats de la capacité de rétention d'eau sont améliorés par rapport au temps de 5 min. De plus, la capacité de rétention d'eau est moins impactée à l'étuve qu'au séchage par jets d'air à 21 m $s^{-1}$.

Il s'avère que le procédé de séchage impacte significativement la couleur des algues. Cette différence est visible à l'œil nu (Fig. 2). Les algues séchées à l'étuve sont les plus foncées démontrant un impact plus important sur les pigments des algues.

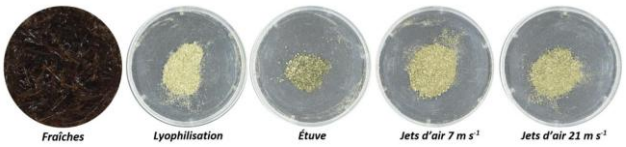



Figure 2 – Photographies des algues séchées sans prétraitement et une photographie d'algues fraîches

De plus, l'impact des prétraitements sur la couleur des algues séchées varie fortement d'un procédé de séchage à l'autre.

D'un point de vue composition biochimique, ces prétraitements permettent notamment de conserver les acides uroniques, et donc les alginates, et d'extraire davantage les minéraux qui sont évacués dans les jus extrait lors des prétraitements par CEP.

## 4 Conclusions

Ces travaux de recherche ont permis de mettre en évidence l'impact positif des prétraitements par déshydratation par pressage, ainsi que par champs électriques pulsés sur l'humidité initiale avant séchage de *Sargassum muticum*. De plus, ils influencent de manière significative la composition biochimique des algues séchées, malgré le fait qu'ils impactent la structure microscopique des algues, notamment les CEP. Cet effet est répercuté sur certaines propriétés fonctionnelles du produit séché comme sa capacité de rétention d'eau. Le prétraitement à appliquer et les paramètres correspondants dépendront des résultats obtenus sur les propriétés fonctionnelles du produit séché et de la voie de valorisation choisie, à savoir si les algues séchées devront être réhydratées ou non.

## 5 Remerciements

Les auteurs expriment leurs remerciements à l'entreprise CIMS (Sablé-sur-Sarthe, France) pour leur support technique, ainsi qu'à Pontivy Communauté, la Région Bretagne et l'Union Européenne pour leur support financier sur ces travaux et équipements CEP. Ce travail est en lien avec le projet SAVE-C, dans ce cadre, les auteurs souhaitent également remercier l'Agence Nationale de la Recherche (ANR-19-SARG-0008) et l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME Convention n° 19MAC0086).

## Références

[1] Nikolai Lebovka, Maksym Bazhal et Eugene Vorobiev, *Estimation of characteristic damage time of food materials in pulsed-electric fields*, Journal of Food Engineering, 54(4), 2002, p. 337 – 346

# L'Intelligence Artificielle au service de la Gestion des Connaissances : Evolutions et défis

Agnès LANCINI[1,]
agnes.lancini@univ-lyon1.fr

[1] IUT Département GEA, Université Claude Bernard de Lyon 1 –
Laboratoire de Sciences Actuarielle et Financière (SAF)

**Thèmes –** *Gestion des Connaissances – Intelligence artificielle -*

**Résumé –** *L'émergence de l'Intelligence Artificielle (IA) oblige aujourd'hui les entreprises à repenser ses processus et ses modes d'organisation. La gestion des connaissances (GC) fait partie des démarches organisationnelles particulièrement impactées par l'arrivée de l'IA. Cet article vise à mieux comprendre comment l'IA vient transformer la GC en analysant chacune de ses dimensions : l'acquisition et la création, le stockage et la restauration, et l'application des connaissances. A partir de cette analyse nous identifierons les principaux défis humains, technologiques et organisationnels que les entreprises devront relever pour développer de nouveaux Systèmes de Gestion des Connaissances (SGC) basés sur l'IA.*

**Mots-Clés –** *Intelligence artificielle, gestion des connaissances, Système de Gestion des Connaissances.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *06.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –***NON*

## 1 Introduction

L'apparition et l'adoption massive au niveau mondial de l'intelligence artificielle (IA) vient bouleverser notre environnement tant privé que professionnel. S'il est encore difficile d'évaluer l'impact réel de l'IA, il est certain que cette technologie présente une rupture et transformera durablement les entreprises ainsi que leurs modes de fonctionnement.

Parmi les démarches impactées, se trouve la gestion des connaissances (GC). Il faut noter la proximité et l'articulation entre la GC et l'IA : tandis que la GC permet de valoriser les connaissances, l'IA fournit les outils permettant de démultiplier les usages des connaissances et d'en créer de nouvelles [1].

Ainsi, si les organisations s'intéressent depuis longtemps déjà à la GC, l'IA vient transformer significativement la manière dont la GC se réalise et oblige à s'interroger sur l'évolution des différentes phases qui la constitue. Aussi, ce travail de recherche questionne :

- L'évolution des phases du processus de GC basé sur l'IA
- Les défis posés à l'entreprise souhaitant mettre en œuvre une GC basée sur l'IA.

## 2 Connaissances, Gestion des connaissances et IA : de quoi parle-t-on ?

La gestion des connaissances fait référence à un processus organisationnel permettant d'acquérir, d'organiser et de communiquer les connaissances à la fois tacites et explicites des employés. L'acquisition, la création, le stockage et la restauration ainsi que l'application des connaissances sont les principales phases du processus de GC. Son objectif est de permettre aux employés et aux organisations de mieux coopérer et ré-utiliser les connaissances à des fins d'amélioration de la productivité et de la capacité d'innovation. Depuis les années 90, les démarches de GC s'accompagnent de la mise en œuvre de Système de Gestion des Connaissances (SGC) qui sont des technologies de l'information comprenant une base de données ainsi que des outils de recherche et de restauration de la connaissance. Ces SGC traditionnels présentent plusieurs limites qui semblent être pulvérisées par les capacités sans précédent des outils basés sur l'IA.

L'intelligence artificielle (IA) peut être définie comme la capacité d'une machine à exécuter des fonctions cognitives que nous associons à l'esprit humain, telles que la perception, le raisonnement, l'apprentissage, l'interaction avec l'environnement, la résolution de problèmes, la prise de décision et même la créativité [2]. Parmi les technologies utilisées par l'IA se trouvent les modèles linguistiques étendus (LLM) qui sont un type d'IA dite générative, comme ChatGPT, Gemini, Copilot…. Cette IA utilise l'apprentissage automatique pour créer de nouveaux contenus, tels que du texte, des images, de la musique et des vidéos [3].

La proximité de ces deux thématiques IA et GC, ainsi que le potentiel technologique sans précédent de l'IA oblige à repenser les démarches de GC dans l'entreprise.

## 3 Comment l'IA transforme-t-elle les différentes phases du processus de GC ?

### 3.1 L'acquisition et la création des connaissances :

La phase d'acquisition vise à collecter les connaissances déjà présentes dans l'organisation ou son environnement et d'en faire émerger de nouvelles. Certains auteurs parlent de création de connaissances pour évoquer la phase d'acquisition. Une théorie dynamique de développement des connaissances basée sur 4 modes de création de savoirs émerge [4] : la socialisation, l'externalisation, la combinaison, et l'intériorisation. L'IA, en particulier l'IA générative, va particulièrement faciliter la combinaison et l'intériorisation [5]. En effet, l'IA peut combiner de nouvelles connaissances en fusionnant, agrégeant et résumant des connaissances explicites provenant de diverses sources. De plus l'IA en fournissant des réponses, peut stimuler les processus cognitifs des individus, tels que l'apprentissage et la réflexion, leur permettant ainsi d'intérioriser certaines connaissances. A ce titre, l'étude menée dans un service de support à la clientèle [3] montre que l'accès à l'IA augmente la productivité de 14 % en moyenne, avec un impact plus important sur les travailleurs novices et peu qualifiés (34 %). L'IA permet plus facilement que les outils traditionnels de la GC de traiter les connaissances tacites pour créer des connaissances explicites : cela concerne l'exploitation des échanges entre salariés ou encore des notes de réunions voire des informations venant de l'environnement comme les retours clients.

### 3.2 Le stockage et la récupération des connaissances :

Historiquement, cette phase a été particulièrement étudié par les travaux relatifs au concept de mémoire organisationnelle [6]. Il semble que l''IA facilite la recherche et la restauration des connaissances stockées puisqu'elle propose des interactions en langage naturel, ce qui facilite les requêtes des utilisateurs. La quantité et la rapidité d'accès aux informations offertes par l'IA sont sans précédent [5]. En effet, l'IA peut extraire et stocker des connaissances provenant de sources variées internes et externes à l'entreprise (documents, rapports, mais aussi notes de réunions ainsi que les connaissances stockées à l'extérieur de l'entreprise).

### 3.3 Le transfert des connaissances :

L'IA semble pouvoir gommer les obstacles présentés par les SGC traditionnels, tels que la difficulté de

transférer des connaissances tacites, poser des questions complexes ou encore la difficulté de localiser les connaissances nécessaires [5]. L'IA facilite le transfert des connaissances au sein des organisations et peut être utilisée notamment pour favoriser l'intégration de nouveaux employés en proposant des programmes personnalisés. L'IA peut aisément proposer des tutoriels interactifs, lorsque les connaissances en jeu concernent des métiers exigeant un apprentissage et une expérience pratiques. Enfin, l'IA peut favoriser une culture de l'apprentissage en incitant les employés à poser des questions sans hésitation.

### 3.4 L'application des connaissances :

L'IA améliore la rapidité, la cohérence et l'efficacité avec laquelle les connaissances organisationnelles sont appliquées. Elle peut analyser des problèmes complexes en accédant à diverses sources de connaissances et en établissant des connexions pertinentes. Le défi important assigné aux entrepôts de connaissances concernant leur application dans le domaine de la santé : « fournir la bonne connaissance aux travailleurs de première ligne en temps réel » [7]. Les SGC traditionnels possèdent des entrepôts difficiles à explorer lorsqu'une réponse rapide est nécessaire. En revanche, les assistants intelligents permettent un accès facilité et en temps réel pour une application rapide. C'est notamment le cas des services client, où les employés gérant le support client doivent avoir un accès immédiat aux cas précédents et aux éléments pouvant faciliter la résolution de la question en cours.

## 4 Quels défis se posent à l'entreprise ?

L'analyse des différentes phases de la GC basée sur l'IA souligne les nombreux avantages mais il est nécessaire d'identifier également les limites et défis posés à l'entreprise.

Il semble que les organisations doivent adopter une approche équilibrée pour intégrer l'IA dans les démarches de GC, en veillant à favoriser un apprentissage mutuel entre l'humain et l'IA. L'IA doit ainsi compléter et non remplacer l'expertise humaine. Également, face au risque de diminution des interactions humaines dû à la facilité d'accès à l'information via les outils d'IA, il semble important de maintenir une culture de partage des connaissances et de collaborations entre les employés.

De plus, la création de nouvelles connaissances dépend de la qualité des sources, aussi il sera important que l'entreprise veille à la fiabilité des outils d'IA. D'une manière plus générale, l'entreprise devra garder le contrôle sur les contenus produit par l'IA afin d'éviter la propagation de fausses informations ou de données sensibles. En effet, l'amélioration considérable de la productivité n'empêche pas les risques de mauvaises applications des connaissances si les employés ne prennent pas le temps de les évaluer attentivement.

Ainsi plusieurs défis humains, technologiques et organisationnels se posent. Ils sont relatifs au rôle des individus dans les démarches de GC, à la qualité des connaissances et à l'infrastructure mais aussi à la mise en place d'un processus harmonieux de GC basé sur l'IA.

## 5 Conclusion

L'IA transforme de manière significative la GC dans les organisations, en offrant de nouvelles possibilités d'améliorer l'efficacité organisationnelle, l'innovation et la prise de décision. Toutefois l'intégration réussie de l'IA dans la gestion des connaissances exigera une approche holistique, en mettant l'accent sur la valorisation de l'expertise humaine, la mise en place d'une infrastructure fiable et l'adaptation des processus organisationnels. L'objectif est de créer une synergie humain-IA pour une gestion des connaissances augmentée et performante.

## Références


[1] Benscik, A., "The sixth generation of knowledge management–the headway of artificial intelligence", *Journal of International Studies*, vol. 14, no. 1, pp. 84-101, 2021.

[2] Collins, C., Dennehy, D., Conboy, K., and Mikalef, P., "Artificial intelligence in information systems research: A systematic literature review and research agenda", *International Journal of Information Management*, vol. 60, p. 102383, 2021.

[3] Brynjolfsson, E., Li, D., and Raymond, L. R., *Generative AI at Work*, National Bureau of Economic Research, 2023.

[4] Nonaka, I., "A dynamic theory of organizational knowledge creation", *Organization Science*, vol. 5, no. 1, pp. 14-37, 1994.

[5] Alavi, M., Leidner, D. E., and Mousavi, R., "A Knowledge Management Perspective of Generative Artificial Intelligence", *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 25, no. 1, pp. 1-12, 2024.

[6] Stein, E. W., and Zwass, V., "Actualizing organizational memory with information systems", *Information Systems Research*, vol. 6, no. 2, pp. 85-117, 1995.

[7] Davenport, T. H., and Kalakota, R., "Le potentiel de l'intelligence artificielle dans les soins de santé", *Future Healthcare Journal*, vol. 6, no. 2, pp. 94-98, 2019.

# Le défi des stations de montagne face au dérèglement climatique : présentation d'un projet d'étude exploratoire sur la transition des stations Hautes-Pyrénéennes

Ludovic Cassely[1] ludovic.cassely@iut-tarbes.fr
Ysé Commandré[1] yse.commandre@iut-tarbes.fr
Médéssè Gandegnon[1] medesse.gandegnon@iut-tarbes.fr
Gaëlle Angelergues[1] gaelle.angelergues@iut-tarbes.fr
Rodrigue Dogblé[1] rodrigue.dogble@iut-tarbes.fr

[1] IUT de Tarbes – Université de Technologie Tarbes Occitanie Pyrénées (UTTOP)
Laboratoire de Gestion et des Transitions Organisationnelles (LGTO) – UT3 Paul Sabatier

**Thèmes –** *Gestion – Environnement – SHS - Autre*

**Résumé –** *La France est une destination phare du tourisme de ski, mais le réchauffement climatique menace la pérennité économique des stations, qui doivent adapter leurs modèles. Dans les Hautes-Pyrénées, les stations de moyenne et haute montagne, très dépendantes des financements publics, peinent à investir dans des alternatives durables. Comme le démontre la journée d'Agora Pyrénées, nos recherches montrent que la société civile est de plus en plus impliquée dans cette transition ce qui rassemble diverses parties prenantes autour de cette problématique commune. Les habitants expriment une préoccupation croissante pour les effets du changement climatique sur leur territoire, avec des recommandations significatives, telles que repenser les transports ou réduire l'activité ski. Cette dynamique valide l'approche territoriale, encourageant une transition dépassant les seules stations de ski pour inclure toute la vallée.*

**Mots-Clés –** *Stations de montagne, Changement climatique, Transitions des organisations, Gouvernance des territoires*

**Section CNU – 06 Sciences de gestion**

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Introduction

Avec 53.9 millions de journées skieur, la France constitue une destination majeure (deuxième rang mondial) pour le tourisme hivernal [1]. En France, le massif Pyrénéen, qui s'étend sur six départements français, regroupe une quarantaine de stations de montagne proposant l'activité ski. En particulier, le département des Hautes-Pyrénées totalise à lui seul quatorze stations de montagne (entre 1400 et 2600 mètres d'altitude) proposant une activité de ski et représente une activité économique significative du territoire.

Le réchauffement climatique fragilise depuis quelques années les stations de ski [2]. Elles sont notamment confrontées à un aléa lié à l'exploitation de son *or blanc*, avec l'incertitude de l'enneigement et plus généralement, avec la raréfaction de leurs ressources [3]. Dans ce contexte, les stations pyrénéennes, situées sur des sites préservés et souvent protégés (notamment dans le cadre du Parc National des Pyrénées créé en 1967), adoptent des stratégies ouvertes en développant des offres « quatre saisons », à l'instar de la station de Cauterets qui valorise le thermalisme en complémentarité.

Le territoire des Hautes-Pyrénées constitue un terrain d'études favorable sur la problématique de l'adaptation organisationnelle et territoriale face aux nouveaux défis engendrés par le dérèglement climatique.

Face à ces effets, comment penser la transition des stations de montagne au sein des territoires dans les Hautes-Pyrénées ?

## 2 Revue de littérature

Le modèle économique des stations de ski est ébranlé par le réchauffement climatique [2], qui nécessite une transition vers des modèles plus durables [3]. Cette évolution tend à rendre l'activité "ski" moins attrayante [2]. Cependant, l'adaptation des stations de ski au réchauffement climatique n'est encore qu'embryonnaire [2].

Plusieurs explications sont avancées dans la littérature.

Les difficultés financières des stations et les ressources limitées de leurs tutelles limitent les collectivités gestionnaires ou leur délégataire dans l'entretien, la modernisation des installations et l'investissement dans les énergies renouvelables ou des activités alternatives au ski alpin [2]. De fait, l'impact est significatif en matière d'innovation [4].

De plus, la recherche de substitution du « tout ski » se heurte à des enjeux de rentabilité. En effet, certaines stations se destinent à devenir des stations de quatre saisons. Pourtant elles peinent déjà à se rentabiliser sur un modèle été/hiver.

Par ailleurs, la « prégnance du déni dans les prises de conscience des élus locaux et des opérateurs de la neige en moyenne montagne sur la crise en cours et sa vraisemblable accentuation liée au changement climatique » est avérée [5]. Or, cette prise de conscience et la transformation des modèles économiques qui pourrait en découler reste encore émergente, en raison notamment d'un mimétisme qui maintient *le statu quo* [3]. Selon Vlès [5], ce phénomène d'inertie comportementale s'explique par ce que Pierson (2000) [6] appelle la « dépendance au sentier », c'est à dire le poids de l'habitude des acteurs et de la dépendance du système économique et politique local à « l'or blanc ».

Enfin, le type de gouvernance, principalement piloté par les communes, est pointé du doigt. Sous statut de « service public de nature industrielle et commerciale (SPIC) » [2], les stations de ski sont gérées par les communes qui jouent un rôle clef dans cet écosystème, soit en assurant l'exploitation des domaines, soit en les déléguant à des opérateurs privés. Or, ce type de gouvernance, ajouté à des regroupements souvent insuffisants, ne permettent plus aux acteurs de la montagne de s'adapter aux réalités du changement climatique à l'échelle d'un territoire [1].

Dans ce contexte, plusieurs pistes sont proposées. Ainsi, certains travaux [3]; [7] mettent en évidence la nécessité d'une évolution de la gouvernance pour gérer et accompagner ces transitions. La spécialisation des stations et des vallées autour d'une fragile mono-activité montre que l'échelle de la station ou du domaine skiable, ne convient plus désormais pour gérer la question de la transition touristique et économique [4]. Le territoire, en tant qu'espace co-construit autour de projets communs, mérite alors d'être considéré [8]. Avec un tel prisme, la prise en compte plus marquée d'un acteur tiers tel que la société civile se justifie. Celle-ci peut ainsi contribuer à faire évoluer les pratiques organisationnelles [3], et par conséquent induire des changements dans les modèles économiques.

Dans une approche plus environnementale, cette évolution de la gouvernance à l'échelle territoriale paraît d'autant plus cruciale que le modèle utilisé jusqu'alors a contribué à la "tragédie des biens communs" [9]. Selon Vlès (2023) [10], appliquée au massif pyrénéen, cette approche permet de comprendre les mécanismes de prédation et de surexploitation des ressources naturelles du fait d'un accès totalement libre à la nature, considérée comme une ressource à exploiter (au sens marchand du terme). Ainsi, une gouvernance réinventée, articulée, autour de nouvelles parties prenantes.

## 3 Méthodologie

Notre recherche s'inscrit dans une démarche qualitative de nature « inductive » [11]. Elle repose sur une méthode de recherche primaire exploratoire composée de trois phases :

- Participation à une journée de rencontre à l'initiative d'Agora Pyrénées (octobre 2024), réunissant divers acteurs économiques et sociaux pyrénéens. Cette observation non participante [12] a permis d'observer les comportements et les interactions des acteurs économiques, politiques, scientifiques et des participants volontaires.

- Élaboration d'un jeu utilisé comme un outil de recherche participative, sur la transition des stations de montagne pour recueillir l'opinion des habitants. Il a été réalisé durant la Fête de la Science à l'UTTOP (12/10/24), et sera de nouveau proposé dans le cadre d'autres manifestations.

- Réalisation à venir d'entretiens ouverts dans le cadre de notre recherche exploratoire auprès de différents acteurs (partie prenantes) de notre terrain d'étude.

## 4 Résultats attendus

Issus des deux premières phases de notre méthodologie, nos premiers résultats montrent une implication significative de la société civile autour d'un sujet global (le changement climatique) qui a des incidences sur leur territoire (les vallées pyrénéennes). La journée de rencontre d'Agora Pyrénées atteste d'un intérêt partagé - de divers acteurs – pour une problématique commune. Pour autant, même si ce type de rencontre devrait contribuer au décloisonnement des intérêts de chaque acteur et favoriser leur dialogue pour la prise en compte de leurs intérêts mutuels, nous faisons face à la résurgence d'intérêts considérés comme spécifiques. En effet, face à une situation ayant des caractéristiques communes, elles essaient pourtant de trouver des solutions locales a un problème plus global : celui des conséquences du changement climatique sur leurs activités. Notre approche tend à analyser la manière dont les stations de montagne hautes pyrénéennes font face au défi du changement climatique. De plus, la société civile, appréhendée à travers le jeu, montre que les habitants, utilisateurs ou non des stations de ski, et de manière unanime, se sentent concernés par l'évolution que le changement climatique fait peser sur « leur » territoire. Les nombreuses préconisations formulées par tous les participants (ex. modifier les transports, voire stopper l'activité ski) représentent un indicateur intéressant à relever. Par ailleurs, ces premiers résultats tendent à valider l'échelle d'analyse, à savoir le territoire, espace aux frontières floues et poreuses, et semble valider la nécessité de penser la transition économique et sociale en débordant les frontières des seules stations de ski.

## 5 Conclusion

Notre projet de recherche cherche à comprendre la manière avec laquelle les stations de montagne Hautes-Pyrénéennes font face au défi du changement climatique. La nécessaire transition appelle une innovation dans la stratégie et un repositionnement de gouvernance que la suite de nos travaux va s'attacher à étudier. Dans l'avenir, les rencontres avec les différentes parties prenantes permettront de faire émerger une ou plusieurs problématiques de recherche auxquelles nous essayerons de répondre.

## Références


[1] Cour des comptes, *Les stations de montagne face au changement climatique*, février 2024

[2] Frédéric Balaguer, F. *Les stations de ski face au réchauffement climatique : une adaptation nécessaire mais attendue*, in Revue juridique de l'environnement, Volume 45(4), p. 771-788, 2020

[3] Sébastien Diné, Alexis Catanzaro et Stéphane Vernac *Repenser la place de l'entreprise et de l'innovation : regards croisés sur l'Anthropocène*, in Entreprendre & Innover, n° 53(2), p. 9-17, 2022

[4] Vincent Vlès et Emeline Hatt, *Des stations de ski et d'alpinisme confrontées aux enjeux de la transition : changement énergétique et écologique, évolution touristique, requalification urbaine*, L'Harmattan, 2019

[5] Vincent Vlès. *Anticiper le changement climatique dans les stations de ski : la science, le déni, l'autorité*. Sud-Ouest Européen, 2021, 51, pp.127-139

[6] Paul Pierson, *Increasing Returns, Path Dependence, and the Study of Politics*, in American Political Science Review, n° 94(2), p. 251-267, 2000

[7] Clara Roussey & Nicolas Balas, *La mise en récit de l'Anthropocène. Donner une valeur sociale aux dégradations écologiques*, in Revue Française de Gestion, n° 50(315), p. 81-100, 2024

[8] Nathalie Raulet-Croset, *Le territoire comme objet de gestion*, in Annales des Mines - Responsabilité et environnement, n° 74(2), p. 48-52, 2014

[9] Garrett Hardin, *The Tragedy of the Commons*, in Science, n° 3859, p. 1243-48, 2024

[10] Vincent Vlès, *L'avenir des stations de ski, idéal-type des tensions autour des "communs naturels" dans les* Pyrénées, in HumanEnvi. Communs. Usages, sens, pouvoirs, 2023

[11] Michelle Bergadaà & Simon Nyeck, *Recherche en marketing : un état des controverses*, in Recherche et Applications en Marketing (French Edition), n° 7(3), p. 23-44, 1992

[12] Paul Prévost et Mario Roy, *Les études de cas : Un essai de synthèse*, in Revue Organisations & territoires, n° 21(1), p. 6782, 2012

# Élimination du Bleu de Méthylène par Adsorption sur Biochar dérivé de Résidus Solides de l'Industrie Oléicole

Yassmina Bakhtaoui[1,*] Yassmina.bakhtaoui@uit.ac.ma
Majda Ben Ali[2] majda-benali@um5r.ac.ma
Nabila El Azzouzi[1] nabila.elazzouzi@uit.ac.ma
Moussa Ouakki[3] Moussa.ouakki1@uit.ac.ma
Patrick Martin[4] patrick.martin@univ-artois.fr
Bousalham Srhir[1,*] b.srhir@uit.ac.ma

[1] Université Ibn Tofail, Kénitra
Laboratoire des Matériaux Avancés et Génie des Procédés

[2] Université Mohammed V, Rabat
Laboratoire des Matériaux, Nanotechnologies et Environnement

[3] Université Ibn Tofail, Kénitra
Laboratoire de Chimie Organique, Catalyse et Environnement

[4] Université d'Artois, Béthune
Unité Transformations & Agroressources

**Thèmes –** *Chimie - Environnement - Matériaux*

**Résumé –** *La pollution causée par les rejets de l'industrie textile est un problème environnemental sérieux, ces rejets sont lourdement chargés en colorants. Ces derniers ont un effet néfaste sur l'environnement notamment la contamination des milieux aquatiques. Parmi les techniques de dépollution des eaux chargées en colorants, on retrouve l'adsorption. Dans ce contexte, notre étude porte sur l'adsorption du bleu de méthylène sur un biochar issu d'une biomasse agricole. L'effet de la masse, pH, temps d'agitation et concentration ont été étudié et il a été constaté que la capacité maximale d'adsorption du biochar était 76,58mg/g à pH=8. Les calculs d'erreur SSE ont indiqué une cinétique d'adsorption de second ordre, et les isothermes d'adsorption ont suivi le modèle de Freundlich.* Le *biochar a été caractérisé à l'aide de la technique de Brunauer-Emmett-Teller (BET) et la microscopie électronique à balayage (MEB).*

**Mots-Clés –** *adsorption, biochar, colorant, caractérisation.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *33.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *OUI*

## 1 Introduction

Avec l'intensification des activités de l'industrie textile, la quantité de polluants organiques déversés dans les milieux aquatiques a fortement augmenté, entraînant une pollution notable [1]. D'où la nécessité de traiter ces eaux contaminées avant leur rejet dans l'environnement. La technique d'adsorption s'est révélée être une méthode efficace et économique [2-3]. Le biochar, produit par la pyrolyse de biomasse avec peu ou pas d'oxygène, est reconnu comme un adsorbant prometteur pour le traitement des eaux contaminées par des substances organiques, en raison de sa structure poreuse, de sa surface spécifique et de ses nombreux groupes fonctionnels de surface [4-5]. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'efficacité et la capacité du biochar issu des déchets oléicoles solides à éliminer le bleu de méthylène des solutions aqueuses.

## 2 Matériels et Méthode

Les déchets solides (grignons d'olives) issus de l'industrie oléicole dans la région de Meknès, au Maroc, ont été utilisés pour la production du biochar. Le processus comprend plusieurs étapes. Tout d'abord, les grignons d'olive sont préalablement lavés à l'eau distillée, puis séchés à 100°C pendant 24 heures dans une étuve. Cette étape est suivie d'une pyrolyse, au cours de laquelle les grignons sont carbonisés dans un four programmable, avec un taux de chauffage de 10°C/min jusqu'à atteindre 500°C pendant 2 heures. Pour évaluer l'efficacité de ce biochar en tant qu'adsorbant, une solution mère de bleu de méthylène (1 g/L) a été préparée en dissolvant 1 g du colorant dans 1000 ml d'eau distillée. Les autres concentrations étudiées ont été obtenues par dilution de cette solution mère. Le pH des solutions a été ajusté à l'aide de HCl (0,1 M) et de NaOH (0,1 M).

## 3 Résultats expérimentaux

Les expériences d'adsorption ont été réalisées en mettant en contact 0,15 g de biosorbant avec 100 mL d'une solution de Bleu de Méthylène à une concentration de 10 ppm, sous agitation constante pendant 3 heures. L'effet du pH a été étudié sur une plage de 4 à 10, révélant un rendement d'élimination maximal de 98 % à pH 8. La cinétique d'adsorption a été évaluée en maintenant une concentration de 10 ppm à pH 8, avec une durée d'agitation de 3 heures. Les résultats indiquent que l'équilibre est atteint en 90 minutes. Enfin, l'effet de la concentration initiale du colorant a été examiné entre 10 et 300 ppm, montrant une capacité d'adsorption maximale de 76,58 mg/g.

### 3.1 Modélisation des isothermes d'adsorption

Pour mieux comprendre le processus d'adsorption, les données expérimentales ont été modélisées à l'aide des isothermes d'adsorption non linéaires de Langmuir et de Freundlich (Figure 1).

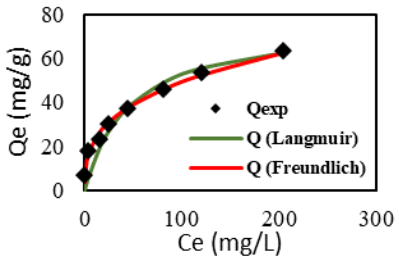



Figure 1 – Modélisation non linéaire des isothermes de Langmuir et Freundlich

Table 1 – Paramètres des isothermes d'adsorption

| Langmuir | Freundlich |
|---|---|
| $Q_{max}$= 76,58mg/g | n = 2,97 |
| $K_L$= 0,021 | $K_F$= 10,49 |
| SSE = 249,55 | SSE = 23,54 |

### 3.2 Modélisation de la cinétique d'adsorption

L'étude de la cinétique d'adsorption par les modèles non linéaires de pseudo-premier ordre et de pseudo-second ordre permet de mieux comprendre le mécanisme d'adsorption du bleu de méthylène sur le biochar (Figure 2).

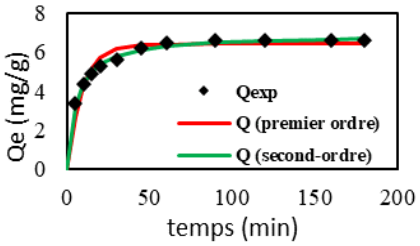



Figure 2 – Modélisation non linéaire des isothermes de Langmuir et Freundlich

Table 2 – Paramètres de la cinétique d'adsorption

| Pseudo-premier ordre | Pseudo-second ordre |
|---|---|
| Qe= 6,42 mg/g | Qe= 6,92 mg/g |
| $K_1$= 0,11 | $K_2$= 0,02 |
| SSE= 1,21 | SSE = 0,15 |

## 4 Discussion

Les résultats de la modélisation des isothermes d'adsorption (Figure 1) montrent que les données expérimentales s'ajustent bien au modèle de Freundlich. En outre, le calcul de l'erreur SSE (Table 1) confirme cette adéquation, l'erreur associée au modèle de Freundlich étant inférieure à celle du modèle de Langmuir. Ces résultats suggèrent une adsorption multicouche du colorant sur l'adsorbant [6], avec une bonne capacité d'adsorption. D'un point de vue cinétique (Figure 2), l'erreur SSE indique que le modèle de pseudo-second ordre correspond bien aux résultats expérimentaux (Table 2), ce qui suggère un mécanisme de chimisorption [7].

## 5 Caractérisation du biochar

Le biochar issu des grignons d'olive a été caractérisé à l'aide de deux techniques : la méthode de Brunauer, Emmet et Teller (BET) pour déterminer les propriétés texturales du biochar, et la microscopie électronique à balayage (MEB) (Figure 3) afin de visualiser sa morphologie. L'analyse BET a révélé une surface spécifique de 9,2361 m²/g et un diamètre des pores de 5,0043 nm, indiquant la présence de mésopores [8]. L'analyse MEB a confirmé la présence des mésopores dans le biochar (Figure 3 (a)). Après adsorption (Figure 3 (b)), une couverture visible de la surface par les composés adsorbés a été observée, entraînant une modification notable de la structure de la surface du biochar.

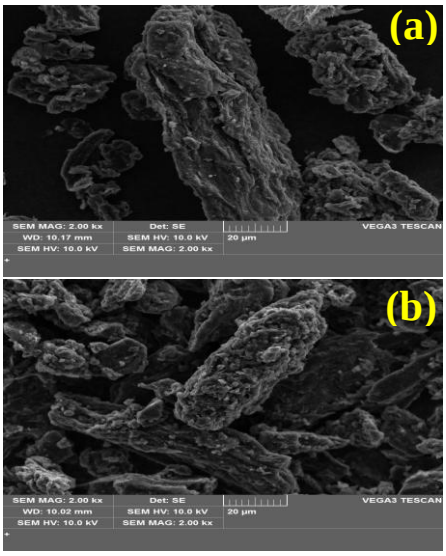



Figure 3 – Analyse par Microscopie à Balayage (MEB) du biochar avant (a) et après adsorption (b).

## 6 Conclusions

En conclusion, l'adsorption du bleu de méthylène sur le biochar étudié montre un potentiel significatif avec une capacité d'adsorption de 76,58 mg/g. Les résultats de la modélisation des isothermes indiquent un processus d'adsorption en multicouche, tandis que l'analyse BET révèle une surface spécifique de 9,2361 m²/g, caractérisée par des mésopores observés dans l'analyse MEB. Ces propriétés confèrent au biochar un intérêt notable pour les applications de traitement des eaux, en particulier pour l'élimination des colorants, et soulignent son efficacité comme matériau adsorbant.

## Références

[1] Beat J. Brüschweiler, Identification of non-regulated aromatic amines of toxicological concern which can be cleaved from azo dyes used in clothing textiles. Regulatory Toxicology and Pharmacology. 69(2), 263-272 ,(2014).

[2] Tahina Randrianantoandro, Etude De Mécanisme d'Adsorption Du Colorant d'Indigo Carmin (IC) Sur Du Charbon Actif A Base De Coques De Noix De Coco (CACC). International Journal Of Progressive Sciences And Technologies, 39(1), 127 (2023).

[3] Yasemin Bulut, Adsorption of Methylene Blue from Aqueous Solution by Crosslinked Chitosan/Bentonite Composite. *Journal Of Dispersion Science And Technology*, *36*(1), 61-67 (2014)

[4]: Yingjie Dai, The adsorption, regeneration and engineering applications of biochar for removal organic pollutants: A review, Chemosphere, 223, 12-27 (2019)

[5]: Divine Damertey Sewu, Highly efficient adsorption of cationic dye by biochar produced with Korean cabbage waste, Bioresource Technology, 224, 206–213, (2017)

[6]: Mohammed Hamzaoui, The use of linear and nonlinear methods for adsorption isotherm optimization of basic green 4-dye onto sawdust-based activated carbon, 9 (4), 1110-1118, (2018).

[7]: Souamaya Boumchita, Elimination d'un colorant cationique dans une solution aqueuse par un déchet alimentaire : Epluchure de pomme de terre, J. Mater. Environ. Sci. 7 (1), 73-84, (2016)

[8]: José Maria Monteagudo, Insights into the adsorption of CO2 generated from synthetic urban wastewater treatment on olive pomace biochar, Journal of Environmental Management 339,117951, (2023)

# Le succès du webtoon en France : une industrie culturelle entre opportunité et opportunisme

Elsa Tadier[1]
elsa.tadier@gmail.com

Florence Rio[2]
florence.rio@univ-lille.fr

[1] IUT de Paris Cité
Laboratoire CERILAC

[2] IUT de Lille
Laboratoire GERIICO

**Thèmes –** *SHS - Communication*

**Résumé –** *Cette proposition vise à synthétiser un ensemble de recherches menées dans le cadre de différents projets à propos des webtoons, récits numériques dessinés, destinés à une lecture "scrollée" sur smartphone et ciblant principalement la catégorie des jeunes de 12 à 24 ans. Importé de Corée du Sud où il a été propulsé par des géants du numérique au modèle économique bien rodé, et diffusé en France par la médiation de plateformes dédiées, le webtoon a connu un succès assez fulgurant à partir de la pandémie de 2020 où les conditions étaient propices à son développement dans les pratiques culturelles du public-cible, obligeant ainsi le secteur de l'édition à se positionner par rapport à sa diffusion/production, et révélant dès lors les tensions contemporaines de ce secteur, dont il s'agit ici d'analyser certaines perspectives.*

**Mots-Clés –** *webtoon, édition, lecture numérique, plateforme.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *71.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Introduction et méthodologie

Dans le cadre de deux projets financés par l'Université de Lille, l'I-site et l'Inspé des Hauts de France entre 2020 et 2024, nous avons conduit une enquête sur les pratiques de lecture des jeunes collégiens. À travers des observations de pratiques, des questionnaires et des entretiens semi-directifs, nous avons pu déterminer des typologies d'usages du numérique pour la lecture et avons surtout été amenées à considérer la lecture sur plateforme comme une des pratiques en émergence pour cette tranche d'âge. Plus particulièrement, au terme de cette enquête de terrain, nous avons pu mesurer la montée en puissance dans ces pratiques du genre du webtoon, alors principalement lu sur la plateforme éponyme Webtoon.

Le webtoon est un court récit numérique produit en série d'épisodes, dessiné en couleurs et destiné à une lecture "scrollée" sur smartphone. Il connaît en France un succès croissant qui cristallise une forte attention de la part des industries culturelles et créatives. Conçu d'abord pour un public de jeunes lecteurs, de 12 à 25 ans, ce genre à la croisée de différentes traditions (BD, manhwa, manga, notamment), constitue un objet d'intérêt car il renouvelle à la fois les modèles narratifs (Paolucci, 2018), les questionnements sur la lecture numérique (Rio, Tadier, 2022), et parce qu'il participe de façon inédite aux mutations contemporaines du secteur éditorial.

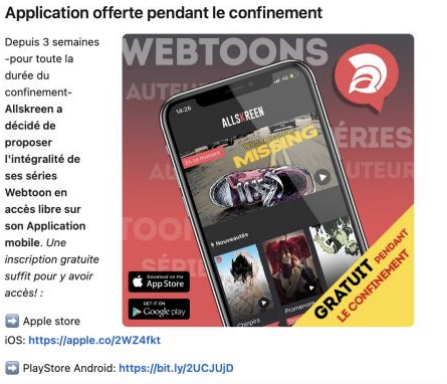
Comprendre les enjeux relatifs aux mutations des pratiques numériques contemporaines implique d'interroger les industries qui y contribuent et les modèles qui les sous-tendent. En outre, c'est aussi le secteur de l'édition qui se trouve chamboulé par l'émergence de ce genre. Dans le cadre de cette communication, nous souhaitons donc revenir sur les conditions et stratégies d'implantation de ce nouveau genre et questionner également les conséquences de l'émergence de cette industrie culturelle en développement sur le secteur éditorial français. Pour ce faire, nous nous appuierons sur les résultats de notre enquête, et également sur une série d'entretiens semi-directifs réalisés avec des professionnels du secteur de l'industrie du webtoon en marge de cette enquête auprès des jeunes. Pour articuler cette approche des pratiques et discours, nous nous appuierons également sur des analyses sémiopragmatiques permettant de mettre en exergue les stratégies de captation et d'implantation de ces plateformes.

## 2 L'implantation d'un genre "nouveau", entre opportunité et opportunisme

Né en Corée du Sud dans le début des années 2000, où son modèle de production s'est rôdé dans un cadre économique majoritairement régi par des géants du numérique, le webtoon est apparu en France en 2011 dans le contexte d'une stratégie d'expansion culturelle, notamment par la médiation de plateformes de lecture pour certaines dites gratuites, d'autres payantes ou partiellement payantes, qui ciblent le marché européen.

Mais la question de l'implantation du webtoon en France s'est particulièrement posée au moment de la crise sanitaire de 2020, dans une conjoncture où l'accès aux livres était empêché et où le recours au numérique s'est renforcé dans les pratiques culturelles et quotidiennes. À cette période, les confinements ainsi que les distances sociales ou encore la fermeture des librairies et bibliothèques, ont contribué à « bouleverser les pratiques culturelles et les loisirs » (SNE, 2020). Ils furent propices non seulement au déploiement du genre mais aussi à l'accélération de son installation sur le marché français et à son implantation durable.

Le contexte a en effet constitué une opportunité très favorable pour les acteurs de la filière. Certaines plateformes payantes de webtoons, telles que Webtoon factory (Groupe Dupuis), ont par exemple temporairement proposé la gratuité de l'accès à leurs contenus, en communiquant sous différentes formes à propos de ces initiatives, afin d'élargir leur base de lectorat et de susciter de nouvelles pratiques et habitudes de lecture. La plateforme Allskreen (groupe Ankama) a, elle, choisi de souligner cette opération par des prises de paroles multiples, en appelant ses auteurs à succès à s'adresser à leur lectorat dans une démarche de "présentification" et de mise en scène sérielle.



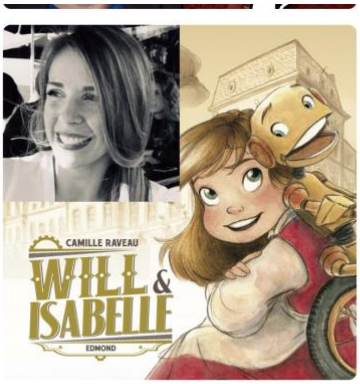



*Figure 1. Captures d'écran du compte LinkedIn d'Hervé Créac'h, responsable éditorial manager d'Ankama, 13 avril 2020, source: [https://www.linkedin.com/pulse/allskreen-webtoon-ce-sont-les-auteurs-bd-qui-en-parlent-hervé-creac-h/](https://www.linkedin.com/pulse/allskreen-webtoon-ce-sont-les-auteurs-bd-qui-en-parlent-hervé-creac-h/)*

La plateforme éponyme Webtoon a pour sa part fait le choix de renforcer les modes d'adresse quotidiens au lectorat (avec des séries quotidiennes telles que "Mon kiff à la maison") ; elle a pu solliciter plus fortement les lecteurs en les invitant à commenter pour entretenir un lien quotidien, ou encore a produit des séries de commande avec les auteurs français phare de la plateforme, telles que la série "Dessine-moi ton déconfinement".

Ces initiatives temporaires révèlent la façon dont ses acteurs ont mis à profit la "médiagénie" (Marion, 1997) de la pandémie pour le webtoon, en aménageant un espace adéquat, parce que court et quotidien. Lire grâce au webtoon et partager ses expériences vécues (pour les auteurs comme pour les lecteurs) permettait de continuer à alimenter des formes de socialités par ailleurs empêchées. En outre, la dimension sérielle du webtoon, en créant un principe de "rendez-vous" médiatique avec le lecteur, a permis aux usagers de reconstruire des ritualités – souvent manquantes – dans le rapport au temps du confinement (Rio, Tadier, à paraître). La ritualisation de l'écriture en situation de "crise" s'est en ce sens imposée dans l'horizon d'attente d'un lectorat faisant à présent le lien entre « confinement » et « webtoon ».

Dans ce contexte, la plateforme Webtoon a endossé une fonction de médiation en se faisant le relais d'un discours politique et social : elle a par exemple fait circuler l'injonction gouvernementale à se protéger en restant chez soi, ou encore, comme ici (figure 2), en soulignant son rôle de médiateur et d'adjuvant dans cette période de crise.

*Figure 2. Extraits de « Felix, sex, drugs and RER » de Natacha Ratto, série « Dessine-moi ton déconfinement »- Webtoon.com*

Autrement dit, si les effets sociaux et culturels des confinements, qui ont entravé les relations sociales et les possibilités d'accès au livre papier, ont renforcé le succès du genre, les plateformes qui les produisent ont su se saisir de ce contexte singulier et le mettre à profit pour favoriser opportunément l'installation chez son lectorat de pratiques reposant sur une consultation quotidienne (sollicitée par le travail narratif des cliffhangers), un besoin de partage et d'expression, et de divertissement dans le contexte complexe de la pandémie.

## 3 Conséquences et perspectives sur un secteur éditorial en mutation

Le webtoon a ainsi participé, en l'accélérant, un tournant pour le secteur éditorial. Aux prises avec la nécessité de se positionner vis-à-vis de cette nouvelle forme narrative, et de ne pas laisser le terrain aux industries de divertissement, les maisons d'éditions françaises ont rejoint les initiatives contextuelles prises par les plateformes concurrentes.

Mais les acteurs français du webtoon se sont vite heurtés à un modèle de production d'importation qui, en termes organisationnels et économiques, s'avère complexe. En effet, le modèle narratif feuilletonnant sur lequel repose le webtoon qui ravive une tradition connue de l'histoire littéraire française, suppose un mode de production « intensif ». S'il s'est construit et pérennisé dans le fonctionnement des industries culturelles en Corée du Sud, dans le cadre de studios de production imposant une forte segmentation des tâches de création et des conditions de travail drastiques à leurs créateurs, il est en revanche plus difficile à importer dans le système juridique et les pratiques de travail en France. Ainsi, les professionnels avec lesquels nous nous sommes entretenues rendent compte de divergences de stratégies relatives à des conceptions, des choix éditoriaux, économiques et humains très différents. Tous portent attention à la question du contenu et à celle du modèle de production (les deux étant intimement liés ici) mais les priorisent différemment, d'une plateforme à l'autre. Cette distinction fait écho à une divergence de conception que

résume Eloi Morterol (Webtoon Factory, Dupuis), entre des approches du webtoon comme « œuvre » et comme « produit ». Dans les deux cas, que l'on soit éditeur historique français ou groupes issus de Corée de Sud, il y a nécessité à transformer son modèle de production et à négocier avec les pratiques françaises de travail pour trouver un nouvel équilibre qui se cherche encore. Pour certains, il s'agit de ne pas rater le marché du webtoon – voire de ne pas se laisser déposséder par d'autres industries qui iraient sur ce terrain du récit illustré sans en avoir l'histoire professionnelle. Pour d'autres, il s'agit de réussir à devenir sur le long terme un acteur qui compte dans les paysages du divertissement et de la lecture numérique promis à évoluer. Dans tous les cas, pour chaque plateforme, prendre ce train en marche nécessite, dans le contexte français, des adaptations qui révèlent des manières distinctes de s'inscrire durablement dans un marché et un modèle industriel.

## Références


Marion, P. (1997). Narratologie médiatique et médiagénie des récits. *Recherches en communication*, n° 7, p. 61-87.

Paolucci, P. (2018). L'usage du *scrolling* dans la bande dessinée numérique sud-coréenne., *Impressions d'Extrême-Orient*, 8. DOI : https://doi.org/10.4000/ideo.848

Rio, F. et Tadier, E. (2022). Pratiques adolescentes et smartphones. Quand les plateformes éditoriales interrogent la culture du livre et de la lecture. *MEI, Médiation & Information*, n° 52, p. 127-140.

Rio, F. et Tadier, E. (2023). Le raz-de-marée "webtoon". Regards de professionnels. Frédérique Giraud et Céline Guillot, *Le livre face au numérique. La disruption a-t-elle eu lieu ?* Lyon, Presses de l'enssib, p. 117-128.

Rio, F. et Tadier, E. (à paraître). Le webtoon et la fabrique de l'événement: de la crise sanitaire au phénomène littéraire". Balisage n°8, *Le livre et l'évènement, du manuscrit au numérique.*

Syndicat National de l'édition. (2020). *Étude sur les usages des livres numériques, audio et imprimés en confinement*. https://www.sne.fr/actu/une-etude-sur-les-usages-des-livres-numeriques-audio-et-imprimes-en-confinement/

# L'impact de l'intelligence artificielle sur le développement académique: une exploration de l'usage de ChatGPT chez les étudiants de GACO en France

Imene Zarrouki[1,*] Cédric Buron[2,*] Fatiha Boukouyen[3,*]

imene.zarrouki@univ-nantes.fr cedric.buron@univ-nantes.fr fatiha.boukouyen@univ-nantes.fr

[1] IUT de Nantes,
Laboratoire d'économie de Poitiers, EA 2249

[2] IUT de Nantes
LS2N, CNRS, UMR 6004, F-44000

[3] IUT de Nantes

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Économie - Gestion - Informatique*

**Résumé –** *En s'appuyant sur une étude par questionnaire, cet article analyse l'influence de l'utilisation de ChatGPT sur la créativité et la performance académique des étudiants. Sur la base d'un échantillon de 201 étudiants en BUT GACO France, une régression logistique ordinale a été menée. Nos résultats montrent que les étudiants utilisant davantage ChatGPT considèrent que cet outil a un impact positif sur leur créativité et leur performance. Nous montrons aussi un usage différencié de ChatGPT, augmentant la perception d'un effet positif sur la performance académique au détriment de la créativité ou inversement. Enfin, les étudiants de GACO utilisant ChatGPT pour mieux comprendre des concepts, estiment que cet usage est particulièrement efficace.*

**Mots-clés –** *ChatGPT, Enseignement supérieur, Créativité, Performance académique.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *05,06,27.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Introduction

Les progrès technologiques rapides dans le domaine de l'intelligence artificielle (IA) transforment de nombreux aspects du travail –y compris académique– humain. Les modèles génératifs basés sur le traitement du langage naturel à l'instar de ChatGPT, un modèle de développé par Open AI [1] constituent l'une des technologies les plus révolutionnaires dans ce domaine. Elles permettent de générer des conversations grâce au traitement automatique des langues et à l'apprentissage automatique. Ces modèles conversationnels avancés suscitent un intérêt particulier dans l'enseignement supérieur : il facilite aux étudiants l'accès à l'information et leur simplifie la résolution de certains problèmes [2]. Dans les universités françaises, bien que l'adoption de ChatGPT dans l'enseignement suscite un débat –notamment en ce qui concerne les questions d'éthique et d'intégrité– cet outil est accueilli avec enthousiasme par les étudiants de la nouvelle génération. Il est donc essentiel d'évaluer son impact sur les expériences d'apprentissage et le développement cognitif des étudiants. La littérature sur l'utilisation de ChatGPT dans le domaine universitaire reste cependant limitée [2]. Notre recherche vise à l'enrichir à travers l'exploration les effets de l'utilisation de ChatGPT sur la créativité et la performance académique des étudiants en France.

Pour ce faire, une étude par questionnaire a été menée auprès des étudiants de BUT GACO [1] en France. Les réponses de 201 étudiants issues de divers IUT offrent une perspective large à cette enquête. Les résultats de notre enquête montrent que les étudiants utilisant davantage ChatGPT considèrent que cet outil a un impact positif sur leur créativité et leur performance. Nous montrons aussi un usage différencié de ChatGPT, augmentant la perception d'un effet positif sur la performance au détriment de la créativité ou inversement. Les étudiants de GACO utilisant ChatGPT pour mieux comprendre des concepts estiment que ce dernier est particulièrement efficace.

## 2 Transformation numérique dans l'enseignement supérieur

ChatGPT constitue un outil pédagogique polyvalent et efficace pour enrichir l'apprentissage dans divers contextes éducatifs [1]. Son rôle en tant qu'assistant d'apprentissage aide les étudiants à explorer une multitude de sujets et d'informations connexes. Il peut également être utilisé comme un tuteur virtuel qui offre, en temps réel, des retours instantanés sur différents thèmes. L'utilisation éthique de cet outil technologique novateur peut apporter des avantages significatifs aux acteurs de l'enseignement supérieur. Il se révèle particulièrement adapté pour favoriser l'abstraction et la pensée critique chez les apprenants, en agissant comme un support pédagogique. Cette pensée critique repose sur des faits essentiels qui ne se limitent pas à ChatGPT, car d'autres compétences sont indispensables pour son développement optimal. Ce Chatbot révèle un potentiel significatif dans l'adaptation des contenus éducatifs, permettant ainsi aux étudiants de bénéficier d'une expérience d'apprentissage sur mesure [3]. Certains chercheurs mettent en avant sa capacité à générer des environnements d'apprentissage interactifs et propices à la motivation des apprenants, tandis que d'autres insistent sur sa flexibilité dans le traitement des sujets variés. De nombreuses études mettent en lumière son impact sur le développement des compétences fondamentales telles que la pensée critique, la résolution de problèmes et la communication. Dans ce cadre, ChatGPT joue le rôle d'un instrument qui favorise la créativité et la curiosité des étudiants tout en leur permettant d'améliorer leur performance académique. Toutefois, l'utilisation de ChatGPT soulève certains défis, en particulier l'accès à des informations erronées, ce qui pourrait nuire à la réussite des étudiants en matière de pensée critique autonome [2, 3]. D'autres préoccupations émergent quant à une dépendance excessive à l'IA, susceptible de freiner le développement intégral des compétences analytiques et évaluatives. Par ailleurs, la majorité des études examinent l'efficacité de ChatGPT comme outil d'autoapprentissage autonome qui améliore la créativité et les résultats des étudiants. Bien que les opinions sur l'intégration de l'IA générative dans le domaine éducatif soient variées, l'intérêt principal demeure la préservation de l'intégrité académique tout en explorant ses avantages potentiels. Il est d'ores et déjà impératif d'adopter des mesures pour réviser les méthodes d'évaluation ainsi que les politiques institutionnelles au sein des établissements universitaires [2]. Ce développement nous conduit à fonder l'hypothèse suivante : l'utilisation de ChatGPT exerce un impact sur la créativité et la performance académique des étudiants.

## 3 Méthodologie

Pour évaluer l'impact de l'utilisation de ChatGPT sur la créativité et la performance des étudiants de GACO, un questionnaire a été envoyé aux départements GACO de France. Cela a permis de récolter 201 réponses au total.Le questionnaire comprend trois sections : une sur leur utilisation de ChatGPT, une sur l'impact sur leur créativité et une sur l'impact sur leur performance. Ces deux dernières consistent en un ensemble d'affirmations auxquelles les étudiants pouvaient répondre en indiquant s'ils s'y identifiaient sur une échelle de Likert de "Pas du tout" (1) à "Tout à fait" (5). Pour évaluer notre modèle, nous proposons un modèle régressif. Nos variables à expliquer étant sur une échelle de Likert, nous utilisons une régression logistique ordinale avec une fonction probit, collant le mieux à nos données. Pour une échelle de Likert de $k$ valeurs avec $n$ variables explicatives $X_{1\leq i\leq n}$, on cherche les meilleurs

1. Gestion Administrative et Commerciale des Organisations

$\alpha_{0\leq i\leq n}$ vérifiant : $\text{probit}\left(\frac{P(Y>k)}{P(Y\leq k)}\right) = \alpha_0 + \sum_{1\leq i\leq n} \alpha_i \cdot X_i$

# 4 Analyse et discussion

TABLE 1 – Variables significatives du modèle

| Var. à expliquer créativité | Variables significatives | $P > \|z\|$ | coef. |
|---|---|---|---|
| L'utilisation de ChatGPT encourage ma créativité dans mes projets académiques | utilisation : révision | 3.5% | 0.160 |
| | niveau de connaissance | 0.4% | 0.288 |
| | niveau de confiance | <0.1% | 0.516 |
| | utilisation : recherche info. | 3.6% | 0.442 |
| | utilisation : inspiration | 0.7% | 0.429 |
| ChatGPT me permet d'explorer de nouvelles idées que je n'aurais pas envisagées autrement | niveau de confiance | <0.1% | 0.475 |
| | utilisation : inspiration | 0.2% | 0.496 |
| | utilisation : aide à la rédaction | 0.7% | -0.487 |
| ChatGPT m'aide à m'impliquer plus activement dans mes devoirs | fréquence d'utilisation | <0.1% | 0.296 |
| | niveau de confiance | <0.1% | 0.507 |
| | utilisation : recherche d'info. | 0.7% | 0.587 |
| | utilisation : révision | <0.1% | 0.691 |
| | utilisation : compréhension | 0.6% | 0.437 |
| J'ai remarqué une amélioration dans la qualité créative de mes travaux depuis l'utilisation de ChatGPT | fréquence d'utilisation | <0.1% | 0.408 |
| | niveau de confiance | 0.7% | 0.337 |
| | utilisation : recherche d'info. | 2.9% | 0.463 |
| | utilisation : inspiration | 3.4% | 0.338 |
| L'utilisation de ChatGPT me motive à participer davantage aux discussions en classe | fréquence d'utilisation | <0.1% | 0.327 |
| | niveau de connaissance | 4.8% | 0.217 |
| **Var. à expliquer perf.** | **Variables significatives** | $P > \|z\|$ | **coef.** |
| ChatGPT m'aide à mieux comprendre les concepts académiques complexes | fréquence d'utilisation | <0.1% | 0.277 |
| | niveau de confiance | <0.1% | 0.589 |
| | utilisation : recherche info. | 0.4% | 0.623 |
| | utilisation : inspiration | 2.4% | -0.374 |
| | utilisation : révision | <0.1% | 0.638 |
| | utilisation : compréhension | <0.1% | 1.124 |
| Depuis que j'utilise ChatGPT, mes résultats académiques se sont améliorés | fréquence d'utilisation | <0.1% | 0.388 |
| | niveau de confiance | 1.1% | 0.320 |
| | utilisation : recherche info. | 3.2% | 0.467 |
| | utilisation : compréhension | 0.3% | 0.471 |
| ChatGPT aide à réduire le temps que je passe à faire mes devoirs | fréquence d'utilisation | <0.1% | 0.344 |
| | utilisation : inspiration | 2.9% | 0.348 |
| | utilisation : aide à la rédaction | 4.5% | 0.356 |
| J'ai ressenti un impact positif sur mes notes grâce à l'utilisation de ChatGPT | fréquence d'utilisation | <0.1% | 0.447 |
| | niveau de connaissance | 5.0% | 0.197 |
| | niveau de confiance | 0.4% | 0.361 |
| | utilisation : compréhension | 1.3% | 0.396 |
| L'utilisation de ChatGPT a globalement amélioré mes compétences en rédaction académique | fréquence d'utilisation | 0.1% | 0.264 |
| | niveau de connaissance | 2.6% | 0.224 |
| | niveau de confiance | 0.2% | 0.398 |
| | utilisation : aide à la rédaction | 0.9% | 0.459 |
| | utilisation : révision | 0.9% | 0.447 |

La table 1 présente les résultats des régressions ordinales respectivement pour les questions concernant la créativité et la performance. La première colonne recense les affirmations sur la créativité et la performance, la seconde les variables explicatives ayant une significativité statistique, la troisième colonne donne la p-value correspondante et la dernière donne le coefficient correspondant dans le modèle statistique issu de la régression ordinale. Une variable avec un coefficient important a un impact important sur la variable à expliquer (l'affirmation). Une valeur négative indique que cette variable a un impact négatif sur l'affirmation. L'analyse des résultats permet de remarquer plusieurs points : la fréquence d'utilisation et le niveau de confiance ont un impact positif sur la perception de l'amélioration des performances et de la créativité chez les étudiants. La recherche d'information a le même effet mais uniquement sur la créativité, et l'aide à la compréhension uniquement sur les performances. L'utilisation de ChatGPT pour l'aide à l'inspiration a un impact positif pour plusieurs affirmations concernant la créativité mais un impact négatif pour une affirmation sur la performance. De même l'utilisation de ChatGPT pour l'aide à la rédaction a un impact positif sur plusieurs affirmations concernant la performance, mais a un impact négatif sur une affirmation concernant la créativité. Nous en concluons des usages différenciés menant à des résultats différents. Les étudiants utilisant ChatGPT pour l'aide à la rédaction perçoivent une amélioration de leur performance aux dépens de leur créativité, tandis que l'utilisation pour trouver l'inspiration a l'impact inverse. En ce qui concerne les coefficients, les impacts sont majoritairement faibles (<0.4) ou moyens (0.4 à 0.7) mais l'utilisation de ChatGPT pour comprendre des concepts a un impact sur l'impression qu'il est efficace pour cet usage.

# 5 Conclusion

Cette étude contribue à enrichir la littérature existante sur l'IA en explorant l'impact de ChatGPT sur la performance académique et la créativité des étudiants, en adoptant une méthodologie quantitative basée sur un questionnaire. Nous tirons plusieurs conclusions de notre analyse : les étudiants utilisant davantage ChatGPT ont tendance à observer que cet outil a un impact positif sur leur créativité et leurs performance. L'utilisation de ChatGPT pour l'aide à la compréhension s'avère particulièrement efficace. Enfin, nous observons des usages différenciés de l'outil menant à des perceptions différentes sur son potentiel à améliorer la créativité et les performances chez les étudiants.

# Références


[1] Syed Waqarul and Danish Ahmed Siddiqui. Exploring the Impact of AI's Chat GPT on Business Students' Productivity : Insights from Teacher and Students, September 2024.

[2] Ruilin Zhao, Melor Md Yunus, and Karmila Rafiqah M. Rafiq. The Impact of the Use of ChatGPT in Enhancing Students' Engagement and Learning Outcomes in Higher Education : A Review. *International Journal of Academic Research in Environment and Geography*, 13(12) :3734–3744, December 2023.

[3] Yousef Qawqzeh. Exploring the Influence of Student Interaction with ChatGPT on Critical Thinking, Problem Solving, and Creativity. *International Journal of Information and Education Technology*, 14(4) :596–601, 2024.

# Attentats de Paris du 13 novembre 2015. Quel concernement chez des témoins et journalistes ?

Corinne Martin
corinne.martin@univ-lorraine.fr
IUT de Metz
Laboratoire Crem (Centre de recherche sur les médiations, UR3476), Université de Lorraine

**Thèmes –** *SHS - Communication -*

**Résumé –** *Après les attentats du 13 novembre 2015 à Paris, l'historien Denis Peschanski (CNRS) et le neuroscientifique Francis Eustache (EPHE-PSL, Inserm)[1] ont lancé le Programme 13-Novembre[2], visant à étudier les « rapports entre événement traumatique, mémoire individuelle et mémoire collective », par le recueil de quelque 1 000 témoignages à Paris et en régions. Nous nous interrogerons sur les « raisons personnelles » qui ont conduit, motivé ces volontaires à venir participer à ce programme : quel degré de concernement les anime ? L'hypothèse d'une passerelle identificatoire est posée, pour comprendre comment le récit de ces attentats vient s'ancrer dans l'histoire personnelle, en vue d'éclairer quelques nœuds d'articulation entre mémoire individuelle et mémoire collective. Le corpus est composé de quelques 80 entretiens, avec un focus particulier sur un sous-groupe de journalistes ayant couvert ces événements.*

**Mots-Clés** – *attentats Paris 2015, concernement, mémoire individuelle et collective, identité, journaliste*.

**Section(s) CNU pour cet article –** *71e section*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** ~~*OUI*~~ */ NON*

[1] CNRS : Centre national de la recherche scientifique.
EPHE-PSL : Ecole Pratique des Hautes Études – Paris Sciences & Lettres.
Inserm : Institut national de la santé et de la recherche médicale.

[2] Programme porté par l'université Paris 1 Panthéon Sorbonne, le CNRS et l'Inserm ; labellisé PIA, puis France 2030, https://www.memoire13novembre.fr/

## 1 Le dispositif du Programme 13-Novembre

Le travail présenté s'inscrit à part entière dans le dispositif du Programme 13-Novembre tel qu'il a été conçu, élaboré et lancé en 2016, par l'historien Denis Peschanski (CNRS) et le neuroscientifique Francis Eustache (EPHE-PSL, Inserm) à la suite des attentats du 13 novembre 2015 à Paris. Labellisé PIA (Programme d'investissements d'avenir) puis France 2030, ce programme vise à étudier les « rapports entre événement traumatique, mémoire individuelle et mémoire collective » après ces attentats de novembre à Paris. Une cohorte de 1000 témoins volontaires a participé au programme, dans une perspective diachronique (témoignages phase I en 2016, puis renouvelés après 2 ans, 5 ans, 10 ans). Ces volontaires ont été classés en quatre cercles. C1 : Les survivants, les témoins, les proches endeuillés et les acteurs intervenants (policiers, militaires, pompiers, médecins et membre de la Croix-Rouge) ; C2 : Les habitants et usagers des quartiers visés ; C3 : Les habitants des quartiers périphériques parisiens et de la banlieue parisienne ; C4 : les habitants de trois villes hors Île-de-France (Caen, Metz, Montpellier).

Les entretiens sont captés en vue d'être archivés à l'INA (Institut national de l'audiovisuel). Notre rôle a été celui d'enquêtrice, au sein de l'équipe messine, équipe de cinq à six enquêteurs et enquêtrices (Centre de recherche sur les médiations) à l'université de Lorraine. Nous avons intégré ce groupe d'enquêteurs, nous avons participé aux trois phases, de 2016, 2018 et 2021 où nous avons conduit 20 à 25 entretiens pour chacune des phases I, II et III, au sein de ce panel de quelques 80 volontaires en région messine. Notre intérêt pour cette enquête et ces entretiens s'inscrit dans notre formatin d'origine en psychologie clinique puis en psychosociologie.

Notre proposition interroge la notion de concernement relative à ces témoins volontaires : quelles sont les diverses raisons personnelles, les motivations profondes, sociales, voire intimes, qui conduisent des citoyens en région (non exposés) à répondre favorablement à un appel à témoignages à la suite de ces attentats du 13 novembre 2015 à Paris ?

## 2 La notion de concernement

Nous tenterons d'avancer quelques éléments dans la définition du concernement, notion aujourd'hui explorée dans le champ des études sur les attentats et les traumatismes (Truc [1] [2] [3] [4]). Elle se distingue de celle d'engagement (au sens militant) et nous ferons référence à un *continuum,* avec des « degrés » de concernement, afin d'éviter le piège d'une diversité de cas tous singuliers *vs* un modèle uniforme.

Nous esquisserons des hypothèses, en termes de d'identification/passerelle identificatoire (Palmade [5]) aux victimes, aux cibles potentielles de ces attentats, – étant entendu que l'identité constitue bien un processus, et non un état ni un statut figé (De Singly [6] ; Kaufmann [7] ; Martin [8] ; Heinich [9] ) –, pour expliquer comment le récit de ces attentats trouve ancrage dans l'histoire personnelle de ces volontaires, comment leur mémoire individuelle participe de la construction de cette mémoire collective, et ce en vue d'éclairer quelques nœuds d'articulation entre mémoire individuelle et mémoire collective (Peschanski [10] ; Joutard [11]).

## 3 Méthodologie et corpus

Ayant accès à l'ensemble du corpus des 1000 entretiens-témoignages, nous avons d'abord exploré cette question du concernement (Martin [12]) sur un sous-corpus messin de la phase I, d'abord composé de 63 entretiens (volontaires non exposés, résidant en région, en excluant des rescapés du stade St Denis, ainsi que des personnes endeuillées, les victimes du Bataclan, Marie & Mathias[3], dont l'image a été très médiatisée, étaient en effet originaires de la région messine[4]). Puis, pour pouvoir développer une approche comparative, nous avons élargi notre analyse au corpus des volontaires du cercle C3 (région île de France), et avons choisi de faire un focus sur les journalistes, pour comprendre quel était leur degré de concernement, en quoi il avait pu impacter leur pratique professionnelle, ayant pour mission de relater ces attentats. Notre corpus final est ainsi de quelques 80 entretiens (entre 45 min et 2h). La méthodogie utilisée est l'analyse de discours (non outillée), plus précisément l'analyse de contenu thématique, telle qu'elle est pratiquée par Laurence Bardin [13] : il s'agit de repérer (classer, catégoriser), dans le corpus, c'est-à-dire dans l'entretien retranscrit, les thèmes et les éléments de l'histoire subjective du/de la volontaire, ceux auxquels il.elle confère un sens particulier au sein de ce récit collectif des attentats. En effet, les volontaires évoquent le récit collectif tel qu'ils l'ont perçu/reçu *via* les médias, et, de fait, ils le relient quasi systématiquement à leur histoire personnelle, pour expliquer, en creux, comment ils se sentent concernés : le travail de l'analyste consiste à poser des hypothèses interprétatives à partir du discours des volontaires, pour révéler et mettre à jour cette résonance entre histoire individuelle et récit collectif.

## 4 Concernement et identité sociale, professionnelle, confessionnelle, familiale

Il apparaît de manière très prégnante combien la démarche de ces citoyens volontaires pour venir témoigner au sein de ce Programme 13-Novembre, après la phase de

[3] https://marieetmathias.fr/

sidération passée, s'inscrit dans un partage social des émotions, permettant d'affirmer, de réaffirmer et consolider le lien social (Rimé [14]). Pour les journalistes qui ont été conduits à couvrir ces événements, on note des tensions difficiles à gérer. D'une part apparaît la nécessité de remplir sa mission, de faire son travail de journaliste, à savoir informer (nombreux sont ceux qui ont participé dès le soir même à la rédaction d'articles pour un live ou pour des éditions spéciales sorties dès le lendemain, avec son corollaire relatif à la mise à distance des émotions « en oubliant ce qu'on ressent », relevant de l'ethos du journaliste. Mais il apparaît très vite que cette protection va, à un moment ou un autre, révéler ses limites, et que les journalistes, sous le coup d'une charge émotionnelle trop intense, vont être amenés à réagir comme tout autre citoyen. Ainsi, le concernement qui les anime est constitué, comme pour les autres volontaires, des éléments suivants : leur identité de père/mère (craindre pour ses enfants en âge de sortir, d'aller à des concerts), leur identité confessionnelle (craindre pour sa vie en France parce que l'on est de confession juive ou musulmane), la proximité et la connaissance expérientielle des lieux concernés (être un habitué des salles de concert, des terrasses), la présence (ou non) de victimes dans son entourage proche, l'histoire familiale (des grands-parents ayant vécu telle guerre), etc.

Nous montrons ainsi que leur pratique professionnelle a été perturbée, qu'ils ont tenté de pratiquer un journalisme dit « sensible », mais que l'on ne saurait qualifier de journalisme d'empathie (Niemeyer [16]), au sens de l'empathie telle qu'elle est définie par Carl Rogers ([15]), notamment lors de la réalisation des portraits des victimes, parce qu'ils ont été embarqués, comme tout citoyen, comme les autres volontaires des cercles C3 et C4 (personnes non exposées), dans un épisode émotionnel très/trop intense (Rimé [14]). Ainsi, les dimensions qui constituent leur concernement sont les mêmes que pour les autres citoyens, mais ce qui nous a semblé intéressant est de pouvoir révéler comment ces éléments, faisant partie de l'histoire collective viennent résonner avec l'histoire personnelle, singulière et subjective de ces journalistes et autres citoyens.

## 5 Conclusions

Nous avons montré comment mémoire individuelle et mémoire collective s'articulent, dans un processus dialectique (Peschanski [10]), révélant ce qu'il y a d'individuel dans le social, et ce qu'il y a de social dans l'individu, au sens de Norbert Elias[5] (Heinich [17]). On pourrait aussi évoquer cette mémoire comme une mémoire partagée (Louise Merzeau [18]), relevant des communs, par la volonté d'archivage à l'Ina de ces témoignages recueillis dans le cadre de ce Programme 13-Novembre.

## Références


[1] Gerôme Truc, *Sidérations. Une sociologie des attentats*, Paris, Presses universitaires de France, 2016.

[2] Gerôme Truc, « Ce que les attentats font aux sociétés. Enquêtes de terrain et études de cas », *Ethnologie française*, 173, 2019.

[3] Gerôme Truc « Tous concernés ? La dimension collective des émotions en situation d'attentats », dans L. Kaufmann, L. Quéré (dir.), *Les émotions collectives*, Paris, Ed. EHESS, 2020, p. 97-131.

[4] Gérôme Truc, « Y a-t-il une mémoire collective des attentats ? », dans S. Gensburger, S. Lefranc (dir.), *La mémoire collective en question(s)*, Paris, PUF, 2023, p. 145-153.

[5] Guy Palmade, Jacqueline Palmade (dir.), « Identification », dans J. Barus-Michel, E. Enriquez, A. Lévy, *Vocabulaire de psychosociologie*, 2013 [2002], p. 155-175.

[6] François de Singly, *Libres ensemble, l'individualisme dans la vie commune*, Paris, A. Colin, 2016.

[7] Jean-Claude Kaufman, *L'invention de soi. Une théorie de l'identité*, Paris, Fayard/Pluriel, 2010 [2004].

[8] Corinne Martin, « Jean-Claude KAUFMANN, *L'invention de soi. Une théorie de l'identité* », *Questions de communication* [En ligne], 7 | 2005. DOI : https://doi.org/10.4000/questionsdecommunication.5591

[9] Nathalie Heinich, *Ce que n'est pas l'identité*, Paris, Gallimard, 2018.

[10] Denis Peschanski, « Mémoire collective et traumatisme », dans F. Eustache (dir.), *Mémoire et traumatisme*, Paris, Dunod, 2023, p. 175-198.

[11] Philippe Joutard, « Mémoire collective », dans C. Delacroix, F. Dosse, P. Garcia, et N. Offenstadt (dir.), *Historiographies, II. Concepts et débats*, Paris, Folio, 2023 [2010], p. 779-791.

[12] Corinne Martin, « Attentats de Paris du 13 novembre 2015. Quel degré de concernement chez des témoins à Metz ? » dans B. Fleury, A. Mercier et A. Monnier (dirs.), *Témoignage, mémoire et histoire. Mélanges offerts à Jacques Walter*, Nancy, Edul-Éditions de l'université de Lorraine, 2023, p. 167-179, https://hal.univ-lorraine.fr/hal-04085478v1

[13] Laurence Bardin, *L'analyse de contenu*, Paris, PUF, 2003.

[14] Bernard Rimé, *Le partage social des émotions*, Paris, 2005.

[15] Carl Rogers, *La relation d'aide et la psychothérapie*, Paris, Éd. sociales françaises, 2019 [1942].

Frans de Waal, *L'âge de l'empathie. Leçons de la nature pour une société solidaire*, trad. de l'américain par M.-F. de Palomera, Paris, Les liens qui libèrent, 2010 [2009].

[16] Katharina Niemeyer, Un journalisme d'empathie ? Le mémorial du Monde pour les victimes des attentats du 13 novembre 2015, *Mots. Les langages du politique*, 2018, n° 118, p. 58-74.

[17] Nathalie Heinich, *La sociologie de Norbert Elias*, Paris, Éd. La Decouverte, 2002 [1997].

[18] Louise Merzeau, « Mémoire partagée », dans M. Cornu, F. Orsi, J. Rochfeld, *Dictionnaire des biens communs*, PUF, 2017, p. 794-799.


[5] En effet, le social est composé de l'ensemble des individus (social constitué à un niveau méta, au-delà d'une simple somme d'individus) et en même temps, chaque individu a intégré en lui, incorporé les éléments du social (effets de la socialisation).

# Les usages de la sociologie sur le terrain d'enquête : jeux et enjeux de positionnement

Carine Guérandel[1]
Carine.guerandel@univ-lille.fr

[1] IUT, Université de Lille
CeRIES, URL 3589

**Thèmes –***SHS*

**Résumé –** *Dans la lignée des travaux sociologiques mettant au cœur de l'analyse la réflexivité méthodologique, cette communication vise à objectiver les ressorts de la relation enquêtrice-enquêtés, au cours d'une année d'observation dans un collège, pour accéder à la compréhension des dynamiques interactionnelles et des rapports de domination qui s'y jouent. Autrement dit, l'analyse du rapport des individus à la sociologue permet de mettre au jour les positions et les stratégies de chacun au sein de l'établissement scolaire. Plus précisément, nous avons mis en évidence d'une part, les usages différenciés de la sociologie par les agents institutionnels en lien avec leurs propriétés sociales et leur position au sein de l'établissement et d'autre part, l'ordre scolaire structuré autour de rapports de force entre l'équipe de direction, d'animation et enseignante. On accède ainsi au rapport au métier socialement situés des femmes et des hommes enquêtés.*

**Mots-Clés –** *Réflexivité méthodologique, observation participante, établissement scolaire*

**Section(s) CNU pour cet article –** *19*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Introduction

De nombreux sociologues ont déjà démontré qu'engager une analyse réflexive de la situation d'enquête participe à la fois de la rigueur méthodologique pour donner à voir le travail de recherche et contrôler les biais [1], mais aussi et surtout à la production des données elles-mêmes [2]. L'analyse des matériaux d'enquête « traités comme des effets de la situation d'enquête » [3] – et plus spécifiquement comme des effets de la relation enquêteur-enquêtés – permet, entre autres, de saisir les structures internes des contextes et des populations étudiés [4]. Aussi, afin de mieux comprendre « les autres » – les rapports sociaux dans lesquels sont pris les individus ou encore les structures internes des contextes enquêtés –, la réflexivité méthodologique devient un impératif à valeur heuristique qui s'accompagne d'une remise en question de la neutralité du chercheur [5] engagé dans une observation participante [6].

Dans la lignée de ces travaux, cette communication vise à objectiver les ressorts de la relation enquêtrice-enquêtés, au cours d'une année d'observation dans un collège, pour accéder à la compréhension des dynamiques interactionnelles et des rapports de domination qui s'y jouent. Autrement dit, l'analyse du rapport des individus à la sociologue permet de mettre au jour les positions et les stratégies de chacun au sein de l'établissement scolaire et les rapports de force à l'œuvre.

## 2 La méthodologie d'enquête

À l'instar des sociologues Christine Détrez et Clémence Perronnet [7] sollicitées par l'association RévoluScience pour évaluer un projet éducatif visant « à l'égalité entre filles et garçons devant la science », une enquête par observation a été menée dans un collège situé dans un quartier populaire urbain d'une grande ville française afin d'évaluer les effets d'une expérimentation sur l'égalité entre les filles et les garçons. L'initiative visait à agir sur les relations entre les deux groupes de sexe, identifiées comme problématiques et stéréotypées, au travers de modalités pédagogiques et de contenus d'apprentissage censés transmettre le principe d'égalité entre les femmes et les hommes. Il s'agissait donc de mesurer l'évolution des comportements des élèves concernés par le dispositif, entre la rentrée de septembre et le mois de juin. Concrètement, la classe pilote a été suivie dans chaque discipline scolaire sur des temporalités d'une à deux semaines consécutives, répétées tout au long de l'année. Des entretiens informels avec les personnels et les élèves de l'établissement complètent les données de terrain.

## 3 Résultats et analyse

Dans le jeu des interactions entre enquêtrice et enquêtés se donnent à voir des rapports différenciés à la sociologue. Ces différences d'attitudes vis-à-vis de la chercheuse – une femme dans la trentaine présentée comme une universitaire spécialiste du genre – dépendent et, dans le même temps, révèlent les positions sociales et les stratégies des professionnels rencontrés, elles-mêmes liées aux trajectoires individuelles. L'analyse des relations nouées avec certains et la distance qui s'opère avec d'autres permet également de saisir les représentations des professionnels concernant la sociologie, ses usages ou ses dangers potentiels.

### 3.1. La sociologie comme capital symbolique

L'exigence du directeur d'avoir une sociologue dans l'équipe éclaire tout d'abord la position légitime qu'il octroie à la discipline au sein de l'école comme science d'évaluation des situations pédagogiques. Pour autant, il affiche une certaine distance au projet (pas d'orientations particulières exigées, absence aux réunions…). La seule fois où le chef d'établissement est partie prenante d'une action correspond au jour de la venue d'une femme politique locale, invitée à venir présenter son parcours en tant que femme engagée dans un champ professionnel traditionnellement investi par les hommes. Cette situation met en lumière les enjeux politiques qu'il confère au projet, avec la caution d'une scientifique, ainsi que l'usage réalisé par ce professionnel de la sociologie pour construire et affirmer sa place de directeur (en tant que nouveau venu).

Institutionnellement dominé, l'animateur socioculturel (ASSC) du collège en charge de penser et piloter le dispositif, se positionne, quant à lui, comme un interlocuteur privilégié de la sociologue et des différents protagonistes. Il devient ainsi un informateur de premier ordre, indispensable au bon déroulement de l'enquête. Il se fait aussi l'intermédiaire entre la sociologue et l'institution. Ce faisant, il fait la preuve de sa bonne volonté vis-à-vis de la direction à l'initiative du projet et de son utilité au sein du collège, qu'il doit justifier tous les ans, pour accéder à son renouvellement de contrat.

### 3.2. Réception et usage de la sociologie par les enseignants : entre méfiance, indifférence et attentes

Si l'équipe enseignante accepte la présence de l'enquêtrice au sein de la classe, l'accueil qui lui est réservé diffère en fonction de leurs attentes vis-à-vis de la sociologue, révélant ainsi les positions sociales de chacun et leur rapport différencié à la sociologie.

Un premier groupe peut être caractérisé par une attitude de méfiance. C'est notamment le cas de deux

enseignantes. Lors de la première réunion, elles se renseignent sur les contours et limites des prérogatives de la chercheuse. Et très vite, elles se désengagent du projet. Les observations menées dans leur classe témoignent également de leur rapport plus douloureux au métier. La présence dans leur classe d'une enquêtrice, potentiellement témoin de désordres scolaires, constitue, en effet, une situation de vulnérabilité professionnelle pouvant générer de la « honte sociale » [8].

Un deuxième groupe donne à voir des attitudes d'indifférence ou de mépris. Il s'agit ici principalement d'hommes qui restent à distance du projet et de la sociologue. Leurs discours traduisent leur désaccord ou mépris face aux analyses sociologiques, qui plus est sur le genre. De même, pour certains, il s'agit de ne pas « *perdre son temps outre mesure dans des réunions* » sachant qu'ils « *en ont vu d'autres des projets qui n'aboutissent jamais* ». Ces remarques éclairent aussi les choix stratégiques des engagements afin de rationaliser et rentabiliser, notamment d'un point de vue symbolique, le temps professionnel. L'exemple du délégué à l'égalité entre les femmes et les hommes qui ne s'investit pas dans le projet est en cela éclairant.

Enfin, un petit groupe d'enseignantes plutôt littéraires affichent des attentes vis-à-vis de la chercheuse. Elles voient la sociologue comme une ressource leur permettant de travailler leur posture et contenus professionnels. Le savoir sociologique devient une manière d'augmenter leur capital pédagogique. Ce sont des enseignantes sensibles aux questions d'égalité entre les femmes et les hommes de par leurs trajectoires personnelles et militantes qui initient de nombreux échanges avec l'enquêtrice. Certaines enseignantes vont également instrumentaliser l'enquêtrice, considérée comme une alliée, dans leur conflit avec la direction ou pour peser dans les échanges professionnels.

## 4 Conclusion

Finalement, l'analyse de la position de la sociologue à l'école éclaire en retour d'une part, les usages différenciés de la sociologie par les agents institutionnels en lien avec leurs propriétés sociales et leur position au sein de l'établissement et d'autre part, l'ordre scolaire structuré autour de rapports de force entre l'équipe de direction, d'animation et enseignante. On accède ainsi au rapport au métier socialement situé des femmes et des hommes enquêtés.

## Références


[1] Beaud, S. et Weber, F. (1997). *Guide de l'enquête de terrain*. Paris : La découverte, 1997.

[2] Bensa, A. et Fassin, D. (dir.) (2008). *Les politiques de l'enquête.* Paris : La Découverte ; Bizeul, D. (1999). « Faire avec les déconvenues. Une enquête en milieu nomade », *Sociétés contemporaines*, *n°* 33-34, 111-137 ; Olivier de Sardan, J-P. (1995). « La politique du terrain », *Enquête*, n° 1, 71-109 ; Favret-Saada, J. (2009). *Désorceler.* Paris : Éditions de l'Olivier.

[3] Schwartz, O. (1993). « L'empirisme irréductible », postface à N. Anderson. *Le Hobo, Sociologie du sans abri*. Paris : Nathan, p. 274.

[4] Alam, T., Gurruchaga, M. et O'Miel, J. (2012), « Science de la science de l'État : la perturbation du chercheur embarqué comme impensé épistémologique », *Sociétés contemporaines*, vol. 3, n° 87, 155-173 ; Bourgois, P. (2001). *En quête de respect. Le crack à New York*. Paris : Seuil ; Darmon, M. (2005). « Le psychiatre, la sociologue et la boulangère : analyse d'un refus de terrain », *Genèses*, vol.58, n°1, 98-112 ; Mauger, G. (1991), « Enquêter en milieu populaire », *Genèses*, n°6, 31-43 ; Yohana, E. (1995), « Relations d'enquête et positions sociales. Une enquête auprès de jeunes d'une cité de banlieue », *Genèse*, n°20, 126-142.

[5] Elias, N. (1993). *Engagement et distanciation. Contributions à la sociologie de la connaissance*. Paris : Fayard ; Guionnet, C et Rétif, S. (dir.). *Exploiter les difficultés méthodologiques. Une ressource pour l'analyse en sciences sociales.* Rennes : PUR ; Naudier, D. et Simonet, M. (2011). *Des sociologues sans qualités ? Pratiques de recherche et engagements. Paris :* La Découverte.

[6] Soulé, B. (2007). « Observation participante ou participation observante ? Usages et justifications de la notion de participation observante en sciences sociales », *Recherches qualitatives*, vol. 27, n° 1, 127-140.

[7] Détrez, C. et Perronnet C. (2017). « « Toutes et tous égaux devant la science » ? Évaluer les effets d'un projet sur l'égalité filles-garçons en sciences », *Agora débats/jeunesses*, vol. 75, n°. 1, 2017, 7-21.

[8] Barrère, A. (2012), « Chapitre 1. Élèves, enseignants, chefs d'établissement face aux désordres scolaires : Des épreuves parallèles ? », in Galand, B. (dir.). *Prévenir les violences à l'école.* Paris : PUF, 27-41.

# Epidémiologie des eaux usées : Identifier les pathogènes présents dans les eaux usées grâce au séquençage métagénomique à haut-débit.

Clémentine Wallet[1,*] clementine.wallet@unistra.fr
Valerio Massimo Sora[2] valerio.sora@unimi.it
Léo Di Jorio[1] leo.dijorio@unistra.fr
Ghina El Soufi[1] ghina.elSoufi@unistra.fr
Solène Fenninger[1] solene.trautmann@unistra.fr
Thomas Loustau[1] thomas.loustau@unistra.fr
Christian Schwartz[1] schwartz.christian@unistra.fr
Olivier Rohr[1] olivier.rohr@unistra.fr

[1] IUT de Schiltigheim
Laboratoire Virologie Moléculaire, CNRS UPR 9002

[2] Department of Biomedical, Surgical and Dental Sciences
One Health Unit
University of Milan

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Biologie - Santé - Environnement - Informatique*

**Résumé –** *L'épidémiologie des eaux usées consiste à analyser et quantifier les pathogènes excrétés par une population et qui se retrouvent dans les eaux usées pour effectuer le suivi épidémiologique. Le séquençage à haut débit permettrait de définir l'intégralité des pathogènes présents dans un échantillon d'eau usée. Cependant, la composition variable et hétérogène des eaux usées en font une matrice dont il est difficile d'extraire du matériel génétique de qualité. Nous travaillons sur des protocoles de purification et d'extraction qui pourraient permettre une approche de séquençage métagénomique dans les eaux usées.*

**Mots-Clés –** *Epidémiologie, eaux usées, pathogènes, séquençage*

**Section(s) CNU pour cet article –** *66, 64*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Introduction : l'épidémiologie des eaux usées

L'épidémiologie des eaux usées (WBE pour Wastewater-based epidemiology) est une approche épidémiologique complémentaire des tests diagnostiques individuels. Les eaux usées domestiques contiennent les selles, urines et excrétions d'une population. Leur analyse donne une image dynamique de l'état de santé ainsi que du niveau d'exposition chimique et/ou biologique de l'ensemble de cette population [1]. En effet une personne infectée par un virus ou une bactérie pathogène deviendra le lieu de réplication de ces microorganismes, et dans la plupart des cas en excrètera dans les selles, l'urine, la salive et/ou tout autre fluide corporel. En quantifiant dans les eaux usées le nombre de microorganismes (virus, bactéries) responsables d'une pathologie dans les eaux usées on peut estimer le nombre de personnes contaminées sur l'ensemble du territoire couvert par la station d'épuration en question. Si cette approche ne permet pas de savoir nommément qui sont les personnes malades, elle présente plusieurs avantages d'un point de vue épidémiologique. Elle permet de prendre en compte les personnes symptomatiques aussi bien que les personnes asymptomatiques, qui n'auraient pas fait de test de dépistage. Elle est non-invasive et ne repose pas sur la disponibilité en laboratoire d'analyse médicale ou en pharmacie de tests de diagnostic ainsi que sur la remontée des cas. De fait cette approche permet de réduire les couts de suivi épidémiologique en réalisant une analyse pour chaque station contenant les eaux usées de 5000 à 200 000 habitants, contre autant de tests individuels. Enfin, un échantillon d'eaux usées permet de réaliser plusieurs analyses biologiques et chimiques, et donne donc la possibilité de tester plusieurs pathogènes.

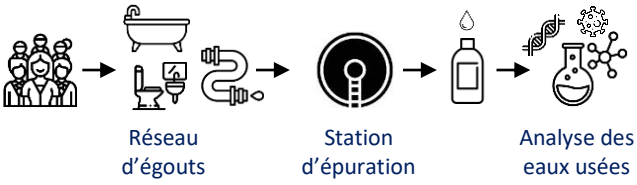



Figure 1 – L'épidémiologie des eaux usées

Si l'épidémiologie des eaux usées débute aux Etats-Unis dans les années 40 avec la détection de la poliomyélite [2], la preuve de concept de cette approche en infectiologie a été apportée pendant la crise de la Covid19. Ainsi la quantification du génome de Sars-Cov2 dans les eaux usées permet de suivre la circulation d'un virus dans une population, en prenant en compte les cas asymptomatiques qui ne sont pas comptabilisés dans les données centrées sur les patients. En 2020 notre laboratoire a débuté le suivi bihebdomadaire de 40% de la population du Bas-Rhin en quantifiant le SARS-CoV2 dans les eaux usées de 11 stations alsaciennes. Nous avons rapidement intégré le réseau Obépine, en charge de la quantification et du suivi du Sars-Cov2 dans les eaux usées françaises. Grace à l'ensemble des données générées au niveau national, un indicateur épidémiologique « eau usée », représentatif de la circulation virale dans la population a pu être publié [3] (figure 2).

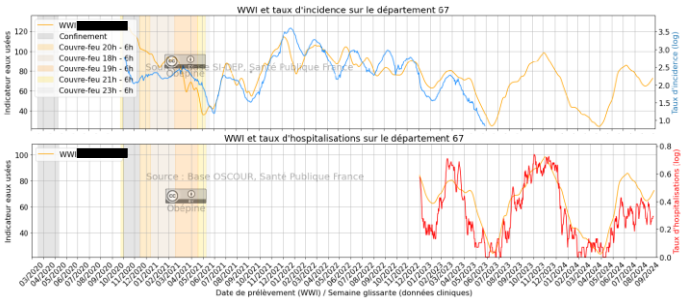



Figure 2 – Suivi d'une station d'épuration Alsacienne entre 2020 et 2024. En jaune: l'indicateur eaux usées, en bleu le taux d'incidence, en rouge le taux d'hospitalisation.

## 2 Problématique méthodologique

La surveillance hebdomadaire du SARS-CoV-2 dans les eaux usées repose actuellement sur la quantification des particules virales par PCR quantitative (qPCR). Cette dernière permet de doser la quantité d'une petite séquence spécifique au génome du pathogène ciblé. Cette technique est à la fois spécifique, sensible et peu coûteuse, mais présente certaines limites : elle peut manquer de précision pour différencier les variants viraux et ne permet la détection simultanée que d'un nombre restreint de pathogènes par analyse. En parallèle, le séquençage nouvelle génération (NGS, pour *Next Generation Sequencing*) a considérablement évolué, devenant plus rapide et abordable. Les approches de séquençage métagénomique consistent à déterminer l'entièreté des séquences des génomes présents dans un échantillon donné. Grâce à une analyse bioinformatique alignant ces séquences sur celles de référence publiées par la communauté scientifique, il est possible d'identifier avec une grande précision les organismes présents. Ainsi, une analyse métagénomique par NGS des eaux usées offrirait une vision exhaustive de toutes les séquences présentes dans l'échantillon, fournissant un tableau complet de l'état de contamination.

## 3 Résultats

### 3.1 Le séquençage des virus

La détection et la quantification des microorganismes dans les eaux usées présentent plusieurs défis techniques. Les virus et bactéries excrétés dans la matière organique sont dilués dans l'ensemble des eaux usées collectées dans les égouts, qui incluent non seulement les eaux usées

domestiques, mais aussi les rejets de petites industries ainsi qu'une partie des eaux de pluie lorsque celles-ci ne sont pas redirigées vers des réseaux spécifiques. Ces apports introduisent des détergents et divers produits chimiques susceptibles d'être extraits en même temps que le matériel génétique viral ou microbien, ce qui peut inhiber les réactions de quantification et de séquençage. En outre, les variations de débit d'entrée diluent les micro-organismes, rendant leur détection plus difficile. Enfin, les micro-organismes, et en particulier les virus, souvent plus fragiles que les bactéries, peuvent être partiellement endommagés, entrainant la présence de matériel génétique dégradé, rendant le séquençage plus complexe (figure 3).

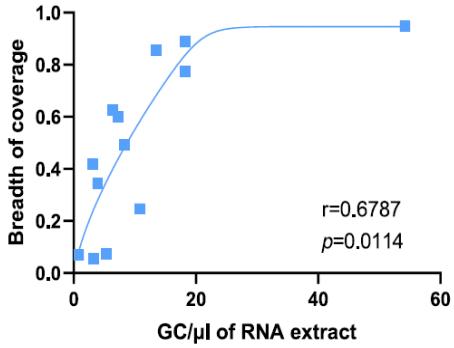



Figure 3 – Qualité du séquençage (breadth of coverage) en fonction de la concentration en génome viral (GC/µL of RNA extract). Plus la quantité de génome est élevée, plus les 100% de couverture sont atteint.

Des techniques et protocoles doivent donc être développés pour surmonter ces obstacles et obtenir du matériel génétique suffisamment pur et concentré. Au laboratoire nous avons mis au point une méthode de concentration des micro-organismes par ultrafiltration sur membrane de cellulose, qui a montré son efficacité sur plusieurs types de virus et a permis d'améliorer les performances de séquençage [4]. En collaboration avec deux laboratoires partenaires (LCPME et ACTALIA), nous avons comparés différentes méthodes et sélectionné la plus adaptée [5], permettant d'identifier le variant Sars-Cov2 majoritaire dans un mélange d'eaux usées.

Les méthodes de séquençage des virus requièrent encore des améliorations méthodologiques afin de permettre le séquençage métagénomique sans à priori.

### 3.2 Séquençage des bactéries

L'émergence de gènes de résistance aux antibiotiques dans les populations bactérienne et leur dissémination dans l'environnement sont considérées par l'OMS comme une menace majeure [6]. En effet la sélection et le transfert de ces gènes entre diverses populations de bactéries, qu'elles soient pathogènes ou commensales, réduisent l'efficacité d'un grand nombre de traitements antibiotiques. Pour étudier la présence, la dynamique et l'élimination de ces gènes, nous avons mis au point un protocole de séquençage métagénomique et d'analyse de données. Ce protocole nous a permis d'identifier les génomes bactériens et en particulier les gènes de résistance aux antibiotiques. Il offre la capacité de déterminer quelles familles de bactéries portent quels gènes de résistance. Son utilisation permettra d'étudier les dynamiques d'évolution du résistome au sein des stations d'épurations, et dans l'environnement.

## 4 Conclusion

Le séquençage haut débit dans les eaux usées est en plein essor et permettra sûrement d'apporter d'améliorer l'approche épidémiologiques via les eaux usées.

## Références

[1] Maréchal V, Maday Y, Wallet C, Cluzel N, Borde C. Wastewater-based epidemiology: Retrospective, current status, and future prospects. Anaesth Crit Care Pain Med. 2023 Oct 1;42(5):101251.

[2] Ahmed W, Angel N, Edson J, Bibby K, Bivins A, O'Brien JW, et al. First confirmed detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewater in Australia: A proof of concept for the wastewater surveillance of COVID-19 in the community. Sci Total Environ [Internet]. 2020 Aug [cited 2020 May 6];728:138764. Available from: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138764

[3] https://www.reseau-obepine.fr/donnees-ouvertes/

[4] El soufi G, Di Jorio L, Gerber Z, Cluzel N, Van Assche J, Delafoy D, et al. Highly efficient and sensitive membrane-based concentration process allows quantification, surveillance, and sequencing of viruses in large volumes of wastewater. Water Res [Internet]. 2024 Feb;249(December 2023):120959. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0043135423013994

[5] Chaqroun A, El Soufi G, Gerber Z, Loutreul J, Cluzel N, Delafoy D, et al. Definition of a concentration and RNA extraction protocol for optimal whole genome sequencing of SARS-CoV-2 in wastewater. Sci Total Environ [Internet]. 2024;952(August):175823. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/39197764 [6] Alka Seltzer, *De l'effet Ralgan sur l'esthétique des publications scientifiques*, Traité du Zen et de la Réparation des Textes, ouvrage collectif, I. Bup, R. Ofène (Eds.), Editions Jade Galé, 2016

[6] World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations, United Nations Environment Programme, World Organisation for Animal Health. A one health priority research agenda for antimicrobial resistance. FAO Publ Cat 2022. 2023;

# Aide au diagnostic de maladies neurologiques : Quantification de biomarqueurs dans le Liquide Céphalo-Rachidien

Myriam Bonose[1,*]
myriam.bonose@universite-paris-saclay.fr

Ayoub Boulghobra[1]
Ayoub.boulghobra@universite-paris-saclay.fr

Kaouther Ben Arfa Haddad[1]
kaouther.ben-arfa-haddad@universite-paris-saclay.fr

[1] IUT d'Orsay
Laboratoire Letiam /Institut de Chimie Physique, Université Paris-Saclay

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Chimie - Biologie - Santé*

**Résumé –** *La dopamine et la sérotonine sont des neurotransmetteurs impliqués dans la régulation de l'humeur et du mouvement au niveau du système nerveux central. Pour améliorer le diagnostic des erreurs innées du métabolisme de la dopamine et de la sérotonine, des biomarqueurs ont été identifiés et validés dans le liquide céphalorachidien (LCR). Parmi ces biomarqueurs, il y a le 5-hydroxy-tryptophane (5-HTP), l'acide 5-hydroxy-indol-acétique (5-HIAA), la 3-ortho-méthyl-DOPA (3-OMD), l'acide homovanillique (HVA) et le 3-methoxy-4-hydroxyphenylglycol (MHPG). Nous avons développé une méthode de chromatographie liquide ultrahaute performance (UHPLC) couplée à la spectrométrie de masse en tandem (MS/MS) pour quantifier les cinq métabolites simultanément dans le LCR. Ces méthodes ont été validées selon la pharmacopée européenne et appliquées avec succès à des échantillons de LCR de patients de l'Assistance-Publique Hôpitaux de Paris.*

**Mots-Clés –** *Biomarqueurs, maladies, chromatographie, spectrométrie de masse*.

**Section(s) CNU pour cet article –** *32*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Introduction

Les erreurs innées de métabolismes (EIM) sont des maladies héréditaires rares transmises le plus souvent selon un mode autosomique récessif. Elles sont très diverses et touchent environ 50 nouveau-nés sur 100000. Ces maladies surviennent lorsque l'activité d'une enzyme impliquée dans une voie métabolique est totalement ou partiellement déficitaire du fait d'une mutation génétique. Les mutations affectant les gènes codant pour des enzymes impliquées dans le métabolisme des neurotransmetteurs au niveau du système nerveux central (SNC) entraînent des anomalies de la neurotransmission causant ainsi des troubles neuropsychiatriques d'intensité variable.

Ces EIM du SNC affectent la synthèse, le catabolisme et le transport des neurotransmetteurs et comprennent, entre autres, les pathologies liées au métabolisme des amines biogènes, à savoir la dopamine et la sérotonine. Les maladies liées aux EIM de la dopamine et de la sérotonine sont progressives et leur symptomatologie est non spécifique. Leur diagnostic de certitude est donc particulièrement complexe et requiert le dosage de biomarqueurs dans le liquide céphalo-rachidien (LCR). Les biomarqueurs sont, aujourd'hui pour la santé, des outils indispensables pour comprendre les mécanismes physiopathologiques, identifier les cibles thérapeutiques et développer de nouvelles thérapies. Parmi ces biomarqueurs, cinq composés correspondent à des métabolites de ces neurotransmetteurs : le 5-hydroxy-tryptophane (5-HTP), l'acide 5-hydroxy-indol-acétique (5-HIAA), la 3-ortho-méthyl-DOPA (3-OMD), l'acide homovanillique (HVA) et le 3-methoxy-4-hydroxyphenylglycol (MHPG).

Le récent développement d'outils efficaces, notamment en spectrométrie de masse (MS) et en techniques séparatives couplées, telles que la MS haute résolution et la SM en tandem couplée à la chromatographie liquide ultra-haute performance (UHPLC-MS/MS) permettent, de nos jours, l'analyse fine des variations du métabolome associées à différentes conditions physiopathologiques. Il est donc devenu possible de découvrir de nouveaux biomarqueurs, qui sont les outils indispensables au diagnostic et au suivi thérapeutique de ces troubles [1][2].

## 2 Matériels et méthodes

Les cinq métabolites qui sont HVA, 5-HIAA, 5-HTP, 3-OMD et MHPG ont été utilisés sans purification supplémentaire. Les solutions mères standards de chaque métabolite ont été préparées en dissolvant les composés individuellement dans du formiate d'ammonium 0,05 M ; pH 5,4 / méthanol (97/3 ; V/V). Les solutions concentrées ont été aliquotées et stockées à -18 °C. Les concentrations des solutions constituant la gamme de calibration ont été choisies afin de couvrir les concentrations attendues dans les LCR. Les différentes solutions des gammes d'étalonnage ont été préparées le jour de l'analyse par dilution en cascade à partir d'une solution mère équimolaire de métabolites et d'étalon interne qui est l'acide 5-hydroxyindole-2,4,6,7-d4-2,2-d2-3-acétique (5-HIAA-D6).

Les échantillons de LCR sont conservés à -80 °C. Avant utilisation, les échantillons de LCR sont dilués de moitié et filtrés sur des filtres Vivaspin retenant toute molécule ayant une masse moléculaire supérieure à 3 kDa.

Dans le but de vérifier la présence éventuelle d'effet matrice et étant donné le caractère hautement précieux des échantillons de LCR, nous avons préparé un LCR artificiel composé de NaCl, $NaHCO_3$, KCl, $CaCl_2$, $MgCl_2$, $NaH_2PO_4$, $H_2O$, Glucose.

L'appareil utilisé est un système Shimadzu UHPLC-MS/MS (LCMS-8040) La séparation des métabolites est effectuée sur une colonne contenant une phase stationnaire de type silice greffée C18 avec des groupements polaires insérés HSS T3 (50 X 2,1 mm ; 1,8 µm) de marque « Waters ».

La détection par spectrométrie de masse nécessite l'évaluation d'effet matrice éventuel. D'après les directives de la « Guideline on bioanalytical method validation », l'effet matrice est estimé par les CV (%) calculés sur les facteurs matrices des solutions contrôles (QC) préparées dans LCR artificiel et dans la phase mobile aux 4 concentrations suivantes : LOQ ; 3LOQ ; une concentration moyenne et une concentration haute. Tous les QC contiennent un étalon interne. Selon la « Guideline on bioanalytical method validation », les CV(%) inférieurs à 15% indiquent l'absence d'effet matrice.

25 échantillons de LCR ont été analysés. Ces échantillons ont été prélevés par ponction lombaire à l'hôpital Armand-Trousseau (Paris, France). Nous avons étudié le volume restant de LCR à partir de l'analyse biochimique et microbiologique, c'est pourquoi, conformément au Code de la Santé Publique, aucune approbation par un comité d'éthique n'est nécessaire. L'étude a été menée dans le respect de la méthodologie MR-004 de la Commission nationale de l'informatique et des libertés. Le consentement éclairé écrit des parents ou des représentants légaux a été obtenu avant le prélèvement de l'échantillon.

## 3 Résultats

Les concentrations en métabolites de la dopamine et de la sérotonine obtenues par la méthode UHPLC-MS/MS pour les échantillons de LCR analysés sont comparables aux plages de référence décrites dans la littérature (Figure 1). Les valeurs de références sont dépendantes de l'âge du patient.

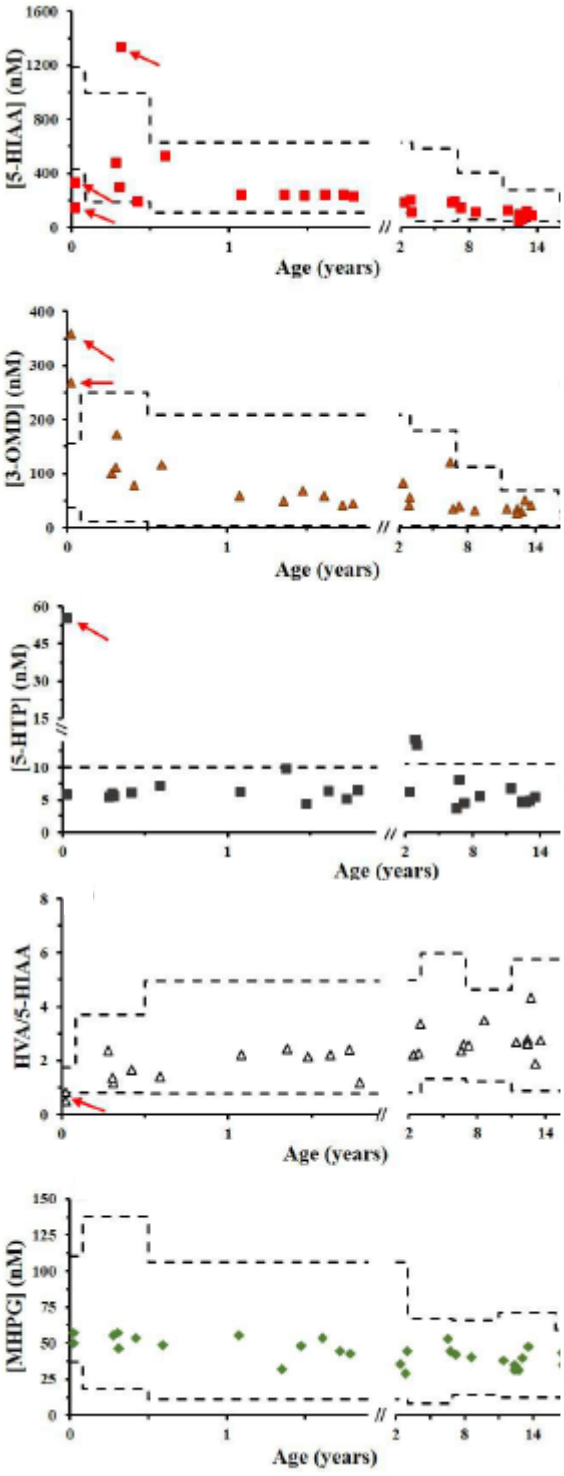



Figure 1 – Concentrations des métabolites de dopamine et sérotonine dans 30 échantillons de LCR obtenus grâce à la méthode UHPLC-MS/MS développée et en fonction de l'âge du patient [3]

De plus, le profil métabolique de chaque patient a été comparé aux lignes directrices diagnostiques des troubles héréditaires du métabolisme des neurotransmetteurs. Certains échantillons de LCR se sont révélés pathologiques grâce à cette méthode proposée. Ils correspondent aux mesures indiquées par une flèche rouge sur la figure 1.

## 4 Conclusion et perspectives

Le développement de la méthode UHPLC-MS/MS a été réalisé pour cinq métabolites de la dopamine et de la sérotonine (5-HIAA ; 3-OMD ; HVA ; 5-HTP et MHPG). Après la mise au point des paramètres analytiques, des outils statistiques ont été employés pour valider la méthode et évaluer les limites de quantification.

La méthode développée est rapide avec un temps d'analyse global d'environ six minutes Elle est facile à mettre en œuvre et ne nécessite qu'un faible volume d'échantillon (10 µL à injecter). Elle a répondu positivement aux tests statistiques de répétabilité et fidélité intermédiaire. La méthode est exempte d'effet matrice. Le tracé des courbes d'étalonnage présente de bonnes linéarités jugées par l'intermédiaire du coefficient de corrélation supérieur à 0,99.

La méthode a été utilisée pour doser les cinq biomarqueurs dans 30 échantillons de LCR provenant du service pédiatrique de l'hôpital Armand-Trousseau. Elle permet d'atteindre des LOQ pour 5-HIAA (0,5 nM), 3-OMD (1 nM), 5-HTP (1 nM), HVA (10nM) et MHPG (1 nM) inférieures à la valeur cible de 30 nM. Cette méthode devrait faciliter le diagnostic des EIM en question et elle peut être utilisable en routine dans les services pédiatriques des hôpitaux partenaires.

## 5 Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude à F. Moussa et P. Billette de Villemeur pour l'accès aux échantillons de LCR de patients de l'hôpital Armand Trousseau de Paris.

## Références

[1] Ayoub Boulghobra, Myriam Bonose, *Quantification of Monoamine Neurotransmitter Metabolites and Cofactors in Cerebrospinal Fluid: State-of-the-Art*, Critical Reviews in Analytical Chemistry 54(7), 2022, p.1-16

[2] Ayoub Boulghobra, Myriam Bonose, Isabelle Billault, Antoine Pallandre. *A rapid and sensitive method for the quantification of dopamine and serotonin metabolites in cerebrospinal fluid based on UHPLC with fluorescence detection* - Journal of chromatography B –1200, 2022, p.123264

[3] Ayoub Boulghobra, Taous Abar, Fathi Moussa, Bruno Baudin, Diana Rodriguez, Antoine Pallandre Myriam Bonose, *Quantification of monoamine biomarkers in cerebrospinal fluid: Comparison of a UHPLC–MS/MS method with a UHPLC coupled to fluorescence detection method* September 2022, Biomedical Chromatography 36(12)

# Effet du type de courant sur la dégradation des électrodes lors du soudage par résistance par point

Cédric Pouvreau[1,*] cedric.pouvreau@univ-ubs.fr
Édouard GESLAIN[1] edouard.geslain@univ-ubs.fr
Nilesh Kumar[2] neils_pry@yahoo.com

[1] IUT de Lorient-Pontivy
IRDL, UMR CNRS 6027, Centre de recherche Christiaan Huygens, 56321 Lorient

[2] Université Sorbonne Paris Nord
LSPM-CNRS, 99 avenue Jean-Baptiste Clément – 93430 Villetaneuse

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Matériaux -*

**Résumé –** *Le soudage par résistance est un procédé de soudage très largement utilisé dans l'industrie automobile pour effectuer l'assemblage de la structure du véhicule. Les contraintes d'allègement des véhicules - liées à la nécessaire réduction des émissions de gaz à effet de serre - ont amplifiées la présence de tôles d'aciers à hautes performances (Press Hardened Steel ou PHS) au sein des assemblages. Depuis une dizaine d'années, les constructeurs reportent des problèmes de dégradation prématurée des électrodes de soudage notamment lors du soudage de tôles PHS avec des sources de courant pseudo-continu (Medium Frequency Direct Current, MFDC) qui ont remplacé les traditionnelles sources de courant alternatif en 50 Hz (AC). Si ces problèmes étaient anecdotiques il y a encore quelques années, la multiplication des assemblages comportant des tôles PHS dans les véhicules actuels nécessite de mieux comprendre les phénomènes sous-jacents. La présente étude se focalise sur la caractérisation de la cinétique de dégradation des électrodes de soudage pour ces deux sources de courant. Pour cela, nous avons réalisé des essais avec un nombre croissant de points soudés électriquement (PSE) sur un même dispositif équipé des deux sources (AC et MFDC). Pour une intensité de soudage équivalente, notre étude montre que le soudage MFDC provoque une dégradation de l'électrode qui apparaît très rapidement (dès 50 PSE) et conduit à une perte de qualité de la soudure. Comparativement, la dégradation de l'électrode en soudage AC se produit de manière beaucoup plus progressive avec un maintien de la qualité soudure constaté jusqu'à 300 PSE, limite prédéfinie de l'étude.*

**Mots-Clés –** *soudage par résistance, dégradation, métallurgie, état de surface*

**Section(s) CNU pour cet article –** ***28, 62****.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Introduction

Dans le domaine de l'automobile, l'assemblage de la structure du véhicule – ou caisse en blanc – est majoritairement réalisée par soudage par résistance par point (SRP). Dans ce procédé (Figure 1), les tôles à assembler (entre 2 et 5 selon les configurations) sont pressées fortement entre deux électrodes en alliage de cuivre. Unfort courant électrique (entre 6 et 20 kA) traverse l'empilement ce qui provoque une fusion locale de la matière (le noyau) dans l'assemblage et créé la jonction entre les tôles.

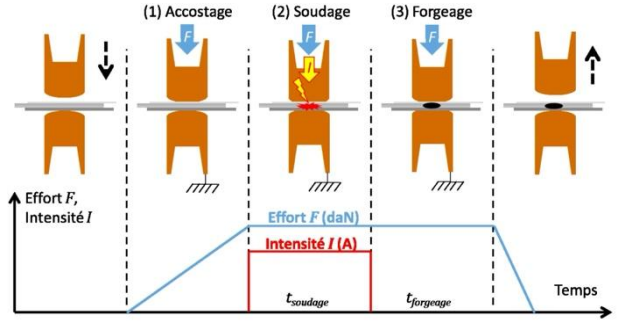



Figure 1: Les différentes étapes du SPR d'un assemblage comportant plusieurs tôles. d'après [1]

Dans le SRP, les différentes interfaces jouent un rôle crucial dans les échauffements et *in-fine* dans la qualité de la soudure. En particulier, l'interface entre l'électrode et la tôle va jouer un rôle prépondérant dans le développement du noyau. La surface de l'électrode se dégrade avec l'accumulation du nombre de PSE. Ainsi, les électrodes de soudage qui pouvaient faire plusieurs milliers de points de soudure avant resurfaçage sur des tôles brutes, ont vues progressivement leur durée de vie réduite avec l'apparition des tôles galvanisées (environ 1000 PSE) puis des tôles PHS (à peine quelques centaines de PSE). Tant que le nombre de configurations de soudage avec des tôles PHS restait limité, cette problématique restait marginale auprès des constructeurs, mais leur multiplication au cours de la dernière décennie rend désormais le problème moins acceptable.

Les phénomènes de dégradation de la surface des électrodes sont désormais bien documentés dans le cas des tôles galvanisées [2]: le laitonnage progressif lié à l'accumulation du zinc fondu sur la surface de l'électrode se produit simultanément avec un adoucissement progressif du matériau en profondeur. Ces deux phénomènes provoquent un élargissement de la face active parfois accompagné par une formation de cratères. Ce phénomène est bien caractérisé et les constructeurs savent désormais adapter leurs gammes de soudage pour le prendre en compte.

Dans le cas des tôles PHS, la dégradation des électrodes est caractérisée par la formation d'un plateau de diamètre réduit qui apparaît très rapidement (parfois après une dizaine de PSE). Si le phénomène a bien été identifié [3], il est pour l'instant assez mal caractérisé et les phénomènes physiques à son origine sont mal connus. Il semblerait cependant que la nature du courant (AC 50 Hz ou MFDC 1000 Hz) ait un impact sur l'apparition de cette dégradation. Dans cette étude, nous nous sommes attachés à caractériser la cinétique de dégradation des faces actives des électrodes pour deux types de courant : AC 50 Hz et MFDC 1000 Hz.

## 2 Méthodes expérimentales

Dans cette étude nous avons réalisé les essais de soudage sur des tôles d'Usibor™. Il s'agit d'un acier 22MnB5 fréquemment utilisé en emboutissage à chaud. Les tôles d'épaisseur 1,5 mm disposent d'un revêtement aluminium/silicium sur ces deux faces. La Figure 2 montre une vue de la soudeuse ARO utilisée pendant les essais. Sur cette vue, on peut voir que l'électrode inférieure est instrumentée avec deux thermocouples. Les électrodes utilisées sont en alliage Cuivre-Chrome-Zirconium (dénomination commerciale CuCrZr1) avec une géométrie FA16.

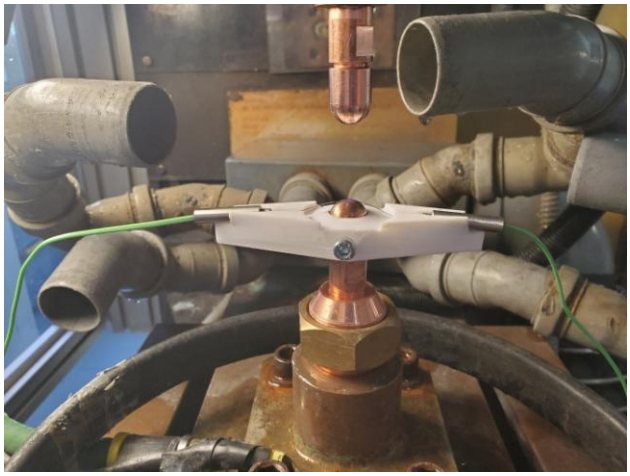


Figure 2: dispositif de soudage ARO avec sources AC et MFDC

Chaque essai comporte plusieurs phases :

- des points d'endurance, réalisés sur une plaque de 400x400 mm2 avec un espacement entre PSE d'environ 4 cm,
- des points de contrôles réalisés sur éprouvette CTS (Cross Tension Specimen) qui servent à contrôler le diamètre des PSE.

Chaque essai démarre et fini avec 8 points de contrôle (CTS) et comporte une phase d'endurance intermédiaire comportant de 50 à 300 PSE.

Pour chaque type de courant, des essais ont été réalisés avec 50, 100, 150, 200 et 300 PSE dans la phase d'endurance.

Une fois les essais réalisés, la face active des électrodes

a été imagée à l'aide d'un profilomètre en lumière blanche AltiSurf 500 (Altimet) équipé d'un capteur Stil CCS Prima et d'une sonde CL4 (gamme de mesure de 4 mm de hauteur).
Les électrodes sont ensuite découpées et soigneusement polies avant une attaque chimique (100 ml éthanol – 25 ml HCl et 10g FeCl3) puis analysées par microscopie optique (microscope Keyence).

## 3 Résultats et discussion

La Figure 3 montre l'évolution de la dégradation des faces actives de l'électrode pour les deux types de courants. Dans le cas du courant alternatif 50 Hz, un léger aplanissement de la face active est visible dès 50 PSE. Cependant il reste relativement stable jusqu'à 300 PSE.

Au contraire, dans le cas du courant pseudo-continu (MFDC 1000 Hz) on constate l'apparition d'une dégradation circonférentielle de la face active. D'assez peu marquée jusqu'à 100 PSE, cette dégradation devient prépondérante dès 150 PSE. On note également l'apparition assez nette de cratères dans la partie centrale de la face active.

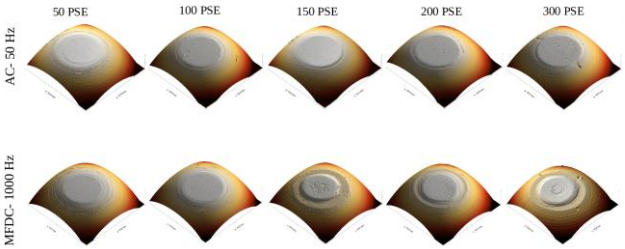



Figure 3: évolution de la dégradation des électrodes pour les courants alternatifs (AC) et pseudo-continu (MFDC)

La Figure 4 montre la superposition des profils recalés d'une électrode neuve et ayant subi 150 PSE dans le cas du courant MFDC. On constate que l'on a une perte de matière en périphérie de la face active (surface jaune) et que l'on a un surplus de matière au centre de l'électrode (surface rouge), ce qui créé une protubérance avec un diamètre plus réduit que la surface de contact initiale.

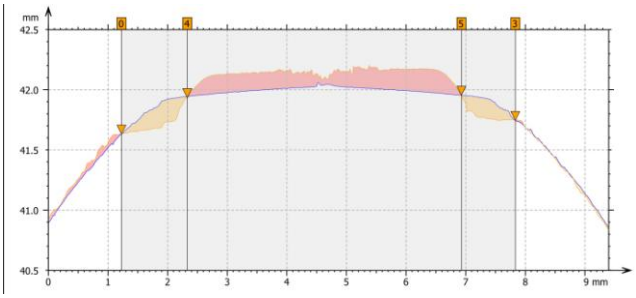



Figure 4: comparaison des profils neufs et usés pour une électrode ayant effectué 150 PSE en courant MFDC

Cette configuration a tendance à augmenter la densité de courant et à créer une surchauffe locale de la matière. Cette configuration est plus propice à un emballement de la dégradation comme on peut facilement le constater à partir de 150 PSE.

## 4 Conclusion

Cette étude vise à caractériser et comparer les cinétiques de dégradation des électrodes de tôles Usibor™ avec des sources AC et MFDC.

L'analyse profilométrique des faces actives des électrode montre une très nette différence de la cinétique de dégradation en fonction du type de courant. Avec un courant AC, la dégradation de la face active se produit par un élargissement de celle-ci qui reste faible jusqu'à 300 PSE. Dans le cas du soudage MFDC, on assiste rapidement à la formation d'un plateau dans la partie centrale de la face active. L'analyse des profils d'électrodes montre que la matière est repoussée de la circonférence de l'électrode vers la partie centrale, ce que confirme les analyses métallographiques. Dans ce cas, la diminution de la surface de contact augmente à la fois la pression de contact ainsi que la densité de courant et favorise de ce fait une surchauffe locale lors du soudage. Ces conditions sont plutôt favorables à l'apparition d'un d'emballement de la dégradation de l'électrode.

Les mécanismes à l'origine de cette dégradation en plateau ne sont pas encore bien élucidés. Cette étude se poursuit pour investiguer d'éventuels effets électromagnétiques (forces de Lorentz) qui pourraient favoriser l'apparition du plateau.

## 5 Remerciements

Les auteurs souhaitent remercier T. Dupuy (ArcelorMittal) pour avoir mis à disposition des infrastructures de soudage, R. Doucet (ArcelorMittal) et W. Berckmans (IRDL) pour la réalisation essais. Ce projet a été financé par le Carnot ARTS (contrat DEDICACE 2022-2023).

## Références

[1] É. Geslain, « Soudage par résistance des tôles fines revêtues : formation du noyau dans un assemblage de trois tôles », Université de Bretagne Sud, Lorient, 2018.

[2] T. Dupuy, « La dégradation des électrodes lors du soudage par points de tôles d'acier zinguées », Thèse de doctorat, ENSMP, 1998. Consulté le : 12 novembre 2024. [En ligne]. Disponible sur : https://theses.fr/1998ENMP0854

[3] C. Mathiszik, D. Köberlin, S. Heilmann, J. Zschetzsche, et U. Füssel, « General Approach for Inline Electrode Wear Monitoring at Resistance Spot Welding », *Processes*, vol. 9, n° 4, Art. n° 4, avr. 2021, doi: 10.3390/pr9040685.

# Mesures locales des propriétés mécaniques de l'alliage à haute entropie CoCrCuFeNi

Philippe Djemia[1,*] Florent Tétard[1]

djemia@univ-paris13.fr florent.tetard@univ-paris13.fr

[1] IUT de Saint Denis, Université Sorbonne Paris Nord
Laboratoire des Sciences des Procédés et des Matériaux, UPR 3407

Chen Hui Li[2]

[2] Laboratoire des Sciences des Procédés et des Matériaux, UPR 3407
State Key Laboratory of Superlattices and Microstructures, Institute of Semiconductors, Chine

**Thèmes –***Matériaux - Mécanique*

**Résumé –** *Les propriétés mécaniques intragranulaires de l'alliage polycristallin à haute entropie CoCrCuFeNi obtenu par fusion à arc sont mesurées, en combinant la nanoindentation et la diffusion Brillouin de la lumière. Le paramètre de maille de sa structure cubique face centrée est déterminée par diffraction des rayons X et les orientations cristallines par diffraction des électrons rétrodiffusés. Une ségrégation du Cu aux joints de grains est mise en évidence par spectroscopie de rayons X à dispersion d'énergie, avec un appauvrissement progressif en Cu du cœur vers le joint du grain. Ce contraste chimique est également identifié en cartographiant le module d'Young E et la dureté par indentation H. Les vitesses du son de l'onde de surface de Rayleigh mesurées par diffusion Brillouin dans quelques grains d'orientation cristallographique choisie, permettent d'évaluer le module élastique de cisaillement G, connaissant au préalable la masse volumique.*

**Mots-Clés –** *Polycristal, nanoindentation, diffusion Brillouin, élasticité.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *28.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –***NON*

## 1 Introduction

Les alliages à haute entropie (HEA) constituent une nouvelle classe d'alliages multicomposants composés d'au moins 5 éléments avec une concentration presque équimolaire [1, 2], ce qui contraste avec les alliages classiques généralement avec un seul élément majoritaire. Bien que constitué de plusieurs éléments différents, le HEA peut former une phase unique stable, appelée solution solide, dans laquelle les éléments chimiques (Co, Cr, Cu Fe et Ni) occupent des positions atomiques particulière dans le réseau cristallin mais de manière aléatoire. Ils peuvent avoir une seule phase cristalline avec un réseau cubique face centré (CFC), cubique centré (CC) ou hexagonal compact (HCP) en raison de la similitude entre chaque constituant. Le grand nombre d'éléments différents conduit à une énergie d'entropie plus élevée, car proportionnelle à ce nombre, favorisant la stabilisation d'une seule phase. Une phase amorphe de HEA, comme le verre de vitre, peut également être produite. Les HEA ont des attributs spécifiques tels que des distorsions locales du réseau, induites par les tailles différentes des atomes [3].

L'alliage CoCrCuFeNi est parmi les premiers HEA étudiés [2]. L'évolution de sa microstructure et de la phase cristalline avec l'ajout d'éléments supplémentaires a été étudiée, en considérant comme exemple Al [4].

Dans ce travail, nous montrons la différence entre les propriétés mécaniques (dans un élément constitutif du polycristal que l'on appelle le grain) et celles moyennes du polycristal CoCrCuFeNi de structure cristalline CFC.

## 2 Méthodes expérimentales

### 2.1 Elaboration, analyses structurale et chimique

L'alliage CoCrCuFeNi à haute entropie d'un pouce de diamètre et 3 mm d'épaisseur a été synthétisée par le procédé de refusion à l'arc plasma à partir de lames de chaque élément avec 99,99 % de pureté. Les éléments sont ainsi mélangés à l'état liquide avant refroidissement et obtention de l'état solide final.

La caractérisation structurale a été réalisée par diffraction des rayons X (DRX) en utilisant une anode au cobalt $Co_{K\alpha}$ (la longueur d'onde du rayonnement produit est $\lambda = 0{,}1789$ nm) pour la mesure du paramètre de maille ($a$) qui est la longueur d'un côté de la maille cristalline (un cube pour CFC). La diffraction d'électrons rétrodiffusés (EBSD) *in situ* un microscope électronique à balayage de marque Zeiss est utilisée pour déterminée les orientations cristallines des grains constitutifs (les inclinaisons des cubes par rapport à un repère fixe échantillon). La composition chimique (i.e. la fraction de chacun des éléments chimiques de l'alliage) a été cartographiée localement dans plusieurs grains par microanalyse à rayons X (EDX) à dispersion d'énergie in situ le microscope électronique LEO 440.

### 2.2 Propriétés mécaniques

Les vitesses du son des ondes longitudinales ($V_L$) et de cisaillement ($V_S$) ont été mesurées par une technique ultrasonore d type sonar et la technique de diffusion Brillouin de la lumière [5, 6], respectivement. Considérant la masse volumique $\rho$ mesurée au picnomètre, nous pouvons en déduire les deux constantes élastiques (la moyenne sur un grand nombre de grains) du polycristal, $C_{11} = \rho(V_L)^2$ et $C_{44} = \rho(V_S)^2$.

Le module d'élasticité d'Young ($E$) et la nanodureté ($H$) ont été déterminés par une mesure continue de la rigidité (rapport force/déplacement du pénétrateur), à partir des courbes de force – déplacement, avec un appareil MTS XP. Une cartographie est réalisée au sein de plusieurs grains avec un pénétrateur en diamant de type Berkovich. Les paramètres fixés pour la mesure sont : une profondeur de 2000 nm, un taux de déplacement de 0,01 $s^{-1}$, avec des petites oscillations d'amplitude de 2 nm à la fréquence de 45 Hz. Chaque valeur a été calculée dans la plage de profondeur de pénétration de 30-50 nm en utilisant la méthode d'Oliver & Pharr [7]. En complément, le comportement mécanique macroscopique a été obtenu par un essai de traction uniaxiale.

## 3 Résultats et discussions

Le diffractogramme de DRX du HEA synthétisé par fusion à l'arc est présenté dans la figure 1. La position des pics correspond à une structure CFC, ce qui est confirmé par les ratios des distances inter-réticulaires $d_{hkl}/d_{111}$, comme il est trouvé également par Thangaraju *et al.* pour un HEA obtenu par mécanosynthèse [8].

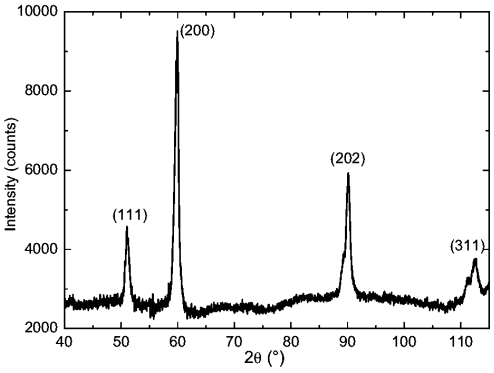



Figure 1 – Diffractogramme de l'alliage de fonderie CoCrCuFeNi avec une anode $Co_{K\alpha}$.

Le paramètre de maille de cette phase ($a$ = 0,3602 nm) est en bon accord avec le nôtre (0,3596 nm) et celui de l'alliage de fonderie CoCrFeNiCu [9] (0,3579 nm).

La masse volumique mesurée à l'aide d'un picnomètre est 7,9645 ± 0,00269 g/cm$^3$. Ce résultat est ~6 % inférieur à la prédiction par calculs *ab initio* (8,478 g/cm$^3$), ce qui peut être une indication de l'existence de porosités, comme nous l'observons sur les images MEB de la figure 2, principalement au joint de grain. La taille des grains est ~100 microns et les zones blanches ou noires, en bas de la figure 2, indiquent des zones très riches en cuivre.

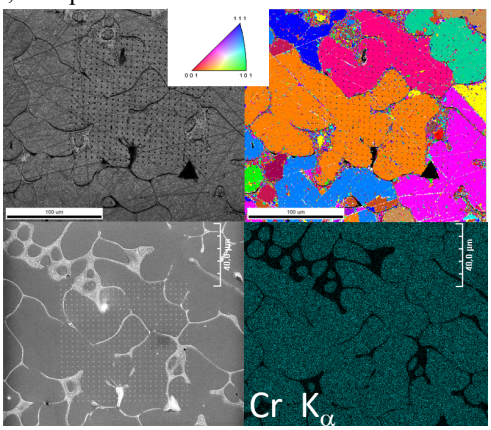



Figure 2 – Micrographie, orientation cristalline et analyse chimique de la zone indentée

Parc *et al.* [10] a déjà observé une dissociation de la phase riche en Cu dans l'alliage CoCrCuFeNi de fonderie, il a également été rapporté que les atomes de Cu ont un pouvoir répulsif important avec les quatre autres éléments à cause d'une liaison Cu-Cu très stable.

Lors de l'essai de traction, la rupture s'est produite à une déformation (~10 %) et une résistance maximale de 330 MPa, trop faible, en relation avec l'existence de porosités.

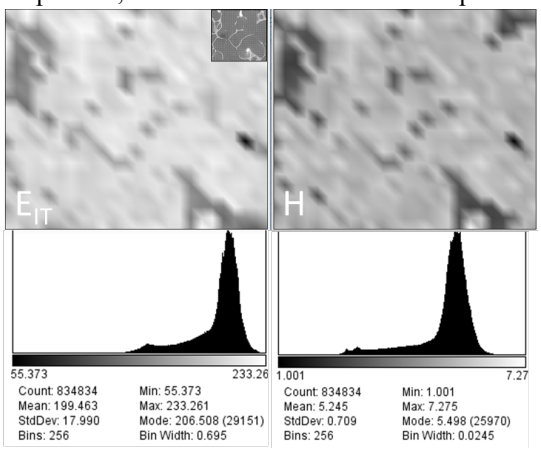



Figure 3 – Cartographie et distribution de *E* et *H*.

Le module élastique *E* obtenu par indentation varie de 55 à 233 GPa (figure 3). La plus grande valeur correspond à l'intérieur d'un grain, la plus faible à la zone riche en Cu. La valeur moyenne (199 ± 18 GPa) correspond bien à celle calculées par *ab initio* (192 GPa).

Nous avons obtenu la vitesse $V_L$ = 4545 ± 20 m/s et $V_S$ = 2885 ± 20 m/s, ce qui correspond aux constantes élastiques du polycristal : $C_{11}$ = 164 ± 2 GPa et $C_{44}$ = 66 ± 2 GPa et $E$ = 153 GPa. Le régime élastique de l'essai de traction a conduit à une valeur ~150 GPa, 20% plus faible que les résultats d'indentation ou théoriques.

## 4 Conclusions

L'alliage CoCrCuFeNi obtenu par fusion à l'arc montre une ségrégation du Cu aux joints de grains. Une cartographie du module d'Young et de la dureté met évidence les zones riches en Cu moins rigides. Le module d'indentation et celui calculé par DFT sont 20% plus grand que celui obtenu par des méthodes ultrasonores.

## 5 Remerciements

Les auteurs expriment leurs remerciements à Qing Miao Hu et ses collaborateurs (Institut de Recherche en Métallurgie, IMR, Académie des Sciences de Chine, Shenyang, Chine) pour avoir fourni le matériau.

## Références

[1] Cantor, B., et al., Microstructural development in equiatomic multicomponent alloys. Materials Science and Engineering: A, 2004. 375: p. 213-218.

[2] Yeh, J.W., et al., Nanostructured high entropy alloys with multiple principal elements: novel alloy design concepts and outcomes. Advanced Engineering Materials, 2004. 6(5): p. 299-303.

[3] Jien-Wei, Y., Recent progress in high entropy alloys. Ann. Chim. Sci. Mat, 2006. 31(6): p. 633-648.

[4] Tong, C.-J., et al., Microstructure characterization of Alx CoCrCuFeNi high-entropy alloy system with multiprincipal elements. Metallurgical and Materials Transactions A, 2005. 36(4): p. 881-893.112

[5] G. Dirras, L. Lilensten, P. Djemia, M. Laurent-Brocq, D. Tingaud, J.-P. Couzinié, L. Perrière, T. Chauveau, I. Guillot, Elastic and plastic properties of as-cast equimolar TiHfZrTaNb high-entropy alloy, Materials Science & Engineering A 654(2016) 3038.131

[6] B.R. Braeckman, P. Djemia, F. Tétard, L. Belliard, D. Depla, The nanostructure and mechanical properties of nanocomposite Nbx-CoCrCuFeNi thin films, Surf. Coat. Technol. 315 (2017) 475483

[7] W.C. Oliver, G.M. Pharr, J. Mater. Res. 19 (1) (2004) 3.

[8] S. Thangaraju, E. Bouzy, A. Hazotte, Phase Stability of a Mechanically Alloyed CoCrCuFeNi High Entropy Alloy, Adv. Eng. Mater. 19 (2017) 1700095.

[9] X. F. Wang, Y. Zhang, Y. Qiao, G. L. Chen, Novel microstructure and properties of multicomponent CoCrCuFeNiTix alloys, Intermetallics, 15 (2007) 357-362.

[10] N. Park, I. Watanabe, D. Terada, Y. Yokoyama, P.K. Liaw, N. Tsuji. Recrystallization Behavior of CoCrCuFeNi High-Entropy Alloy, Metall. Mater. Trans. A, 46 (2014) 1481-1487.

# Vers de nouveaux modèles de partage de l'information

Manuel Munier[1,*] Camille Dubedout[2] Nouha Laamech[1]

Manuel.Munier@univ-pau.fr Camille.Dubedout@univ-grenoble-alpes.fr Laamech.Nouha@gmail.com

[1] IUT des Pays de l'Adour
LIUPPA – Mont de Marsan
Laboratoire d'Informatique de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour

[2] Université Grenoble Alpes
CESICE – Grenoble
Centre d'Études sur la Sécurité Internationale et les Coopérations Européennes

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Informatique - Droit*

**Résumé –** *Dans la société numérique actuelle, la multiplication des échanges d'information soulève de nombreux défis pour les différents acteurs amenés à intervenir à l'échelle locale, à l'instar des fournisseurs privés de services numériques ou des collectivités territoriales. Ces défis qui interviennent à tous les niveaux d'un traitement de données, depuis son partage à son stockage, appellent en particulier à créer de nouvelles règles de transparence, de qualité ou encore de traçabilité des données échangées. Communément partagées, ces nouvelles règles sont en effet susceptibles de favoriser la confiance entre les différents types d'acteurs à l'égard des données échangées et encouragent un partage équitable des ressources numériques, notamment entre les acteurs publics et privés.*

**Mots-clés –** *gouvernance des données, communs, responsabilité, traçabilité*

**Section(s) CNU pour cet article –** *27, 02*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

# 1 Introduction

Avec le développement d'Internet et des réseaux de communication, la circulation des données a acquis une place primordiale au sein de la société, en particulier au sein des villes. À travers la mise en place d'outils de captation des données et d'actionneurs, à l'instar d'objets connectés ou *"IoT"*, il est désormais possible de collecter une quantité et une diversité croissante de données ainsi que d'agir sur l'environnement en temps réel, à l'exemple de capteurs permettant d'ajuster la température dans des bâtiments publics. In fine, la captation et la diffusion de données au sein des villes donne lieu à la création de nouveaux services dans des domaines aussi divers que les transports, l'énergie, la gestion des déchets, la gestion de l'eau ou les flux de circulation. Toutefois, l'absence de contrôle sur l'usage et la fiabilité de ces données tend à constituer un frein au partage de données, tant pour le "producteur" de données que pour le "consommateur".

# 2 Les enjeux liés aux échanges de données

De ces échanges de données (et pas uniquement les données à caractère personnel) subvient alors un enjeu majeur : celui de la maîtrise et de la protection des données circulant entre les différents acteurs. Il ne s'agit pas de s'intéresser à la sécurité technique des différents réseaux mis en place, tels que la 4G, la 5G, ou des protocoles de communications d'objets connectés comme LoraWAN, mais d'envisager une question plus large, relevant de la gouvernance des échanges [1]. L'enjeu relève davantage de l'accès aux données par le citoyen, de leur diffusion, de leur traçabilité ou des garanties d'intégrité apportées, dans un contexte où les échanges de données deviennent aujourd'hui, et de plus en plus, des éléments essentiels au fonctionnement des villes, en France comme à travers le monde.

Aujourd'hui, un ensemble de textes légaux et réglementaires visent déjà à orienter les usages des données, par exemple en encourageant leur diffusion ou en limitant l'utilisation de certains types de données. En France notamment, la Loi pour une République Numérique du 7 octobre 2016 (LRN) a pour but d'inciter les administrations à ouvrir et à partager l'ensemble des données publiques qu'elles exploitent afin de faciliter la réutilisation de celles-ci par les entreprises et les citoyens. Dans le cadre des données à caractère personnel, citons également le Règlement Général européen sur la Protection des Données (RGPD) en vigueur depuis le 25 mai 2018. Celui-ci a pour but d'encadrer l'utilisation des données personnelles afin que cette utilisation ne porte pas atteinte aux droits et libertés des individus, en particulier leur droit à la vie privée.

Outre ces deux textes juridiques importants, la Commission européenne, le Parlement et le Conseil se sont accordés fin 2023 sur une proposition de règlement européen sur l'intelligence artificielle (ou *"AI Act"*) entré en vigueur en août 2024. Ce texte vise à établir un cadre pour l'utilisation des données dans les modèles d'IA en fonction de risques identifiés.

Depuis septembre 2023 également, le Règlement européen sur la gouvernance européenne des données (ou *"Data Governance Act"*) [2] apporte de nouvelles règles en matière de partage de données au sein du marché intérieur. Ce dernier a pour objectif de favoriser le libre partage des données à travers l'Union en encourageant l'instauration d'espaces communs de partage de données et la mise en place d'intermédiaires de données, notamment dans les domaines de la santé, de la mobilité, de l'énergie et de l'agriculture. Le but est ainsi de développer l'accès, la portabilité et l'interopérabilité des données au sein de l'Union, en conciliant le secret des affaires, le respect de la confidentialité des données personnelles et la libre réutilisation des données.

S'il apporte certaines avancées en matière de partage et de mise à disponibilité des données, notamment à travers les intermédiaires de données, le DGA demeure cependant lacunaire sur les formes concrètes que sont susceptibles de prendre les partages de données entre les acteurs publics et privés au sein des Etats membres. Ainsi, il tend à manquer, sur le terrain, des règles de gestion, mais aussi d'organisation des responsabilités, qui articulent de manière adéquate l'ouverture, la protection et le partage des données.

# 3 Une démarche "sécurité de l'information"

Pour mettre en pratique une telle gestion des responsabilités, il sera nécessaire de disposer d'un "outillage technologique" sur lequel nous pourrons nous appuyer. Il s'agit d'une vision plus technique de notre problématique, présentée cette fois en termes de politique de sécurité (les règles de partage : contrats, règles d'usage, etc.), de métadonnées (traçabilité, etc.).

Si l'on aborde cette problématique sous l'angle de la sécurité de l'information et avec une démarche de gestion des risques (ex : norme ISO/IEC 27005:2022 [3], méthode EBIOS Risk Manager [4]), l'objectif consiste à proposer et à mettre en place des mécanismes permettant de supervi-

1. La gouvernance peut être définie comme : « les formes de pilotage, de coordination et de direction des individus, des groupes, des secteurs, des territoires, et de la société, au-delà des organes classiques du gouvernement. […] avec trois points centraux : l'idée de donner une direction à la société, de mobiliser une coalition et enfin d'exercer une contrainte, soit trois dimensions essentielles du politique ». V. Patrick Le GALÈS, « Gouvernance », Dictionnaire des politiques publiques, Laurie BOUSSAGUET, Sophie JACQUOT et Pauline RAVINET, 5e édition., Paris : Presses de Sciences Po, 2018, p. 299–308

2. Règlement (UE) 2022/868 du Parlement européen et du Conseil du 30 mai 2022 portant sur la gouvernance européenne des données et modifiant le règlement (UE) 2018/1724

3. ISO/IEC 27005:2022 : Sécurité de l'information, cybersécurité et protection de la vie privée – Préconisations pour la gestion des risques liés à la sécurité de l'information

4. EBIOS : Expression des Besoins et Identification des Objectifs de Sécurité (ANSSI)

ser les échanges d'informations entre une multitude d'organisations (les acteurs). Ces entités sont indépendantes les unes des autres, c'est-à-dire qu'elles sont libres de mettre en place leur propre politique de sécurité (de l'information) ; il n'y a pas, à priori, d'autorité centrale. Elles ont en outre chacune leurs propres objectifs et critères d'évaluation, pouvant même éventuellement être concurrentes sur certains points : enjeux économiques, critères et niveaux de sécurité, contraintes réglementaires, etc.

Un certain nombre de technologies et de modèles existent déjà pour garantir des propriétés de sécurité sur les échanges de données entre différents systèmes d'information inter-connectés : cryptographie (chiffrement, signature, tatouage, etc.), journalisation, blockchain [1], contrôle d'accès [2] et contrôle d'usage [3], etc. Elles permettent d'acheminer "correctement" une donnée d'un point A à un point B. Mais vis-à-vis de l'information véhiculée par cette donnée, qu'en est-il de la confiance envers le système qui l'a émise, de la conformité de l'usage qui en sera fait, etc. ?

## 4 Notre approche

Le défi est de proposer des mécanismes pour mettre en pratique une politique de gouvernance des données et une gestion des responsabilités qui en découlent. L'idée est de pouvoir vérifier automatiquement si les règles de partage qui auront été définies sont bien respectées, ou encore que ces outils soient capables de raisonner pour identifier les causes d'une éventuelle violation et d'en déduire par exemple les responsabilités des différents acteurs.

Ceci nécessite de pouvoir spécifier formellement les règles de partage (dans une "logique mathématique") et d'utiliser ensuite des techniques d'inférence pour le raisonnement. Les "règles" sont exprimées sous la forme de prédicats logiques sur lesquels il sera possible de "raisonner", c'est-à-dire de déduire (notion d'inférence en logique) de nouvelles connaissances (des faits) sur la base des connaissances déjà exprimées. Intuitivement ces règles sont écrites sous la forme "si… alors…". On parle de règles de contrôle d'accès (à l'information) ou de contrôle d'usage (de l'information). Exprimer ces règles dans un langage formel permet ensuite d'automatiser leur traitement au travers d'outils tels que les raisonneurs ou les moteurs d'inférence.

Cette approche est parfaitement réaliste. Dans [4, 5] nous présentons une telle architecture pour le partage des informations basée sur les ontologies. Dans une approche orientée autodétermination informationnelle, et grâce aux outils du Web sémantique, les producteurs de données peuvent ainsi exprimer les règles de contrôle d'usage qu'ils souhaitent voir appliquées, ceci sous la forme de licences (OWL pour exprimer les entités, SWRL pour les règles). Il n'y a pas de "site central" qui imposerait la même politique de partage à tous les acteurs ; les producteurs et les consommateurs de données n'ont pas non plus besoin de communiquer directement les uns avec les autres. Le producteur publie ses données accompagnées de leur licence ; ces données sont alors diffusées, peu importe les moyens utilisés ; le consommateur qui souhaite utiliser une donnée aura alors la responsabilité de vérifier au préalable si l'usage qu'il souhaite en faire est conforme à la licence accompagnant la donnée.

## 5 Conclusion

Dans le contexte des échanges de données, nos travaux visent donc à mettre en place une gouvernance des données pour contrôler le partage de l'information afin de rassurer les détenteurs de données et les inciter à les mettre à disposition de la communauté. Notre problématique est ainsi orientée vers des aspects tels que la provenance, le contrôle d'usage, la qualité des données, les stratégies de partage.

À noter que cette vision du partage de l'information est en parfaite adéquation avec la stratégie européenne pour les données qui se concrétise au travers du DGA, du *"Data Act"*, etc. Elle nous permettrait également d'opérationnaliser des modèles de gestion des données par les "Communs" tels qu'envisagés dès la fin des années 1970 l'économiste Elinor Ostrom [6].

## Références


[1] Riya Sapra and Parneeta Dhaliwal. Blockchain : The new era of Technology. In *2018 Fifth International Conference on Parallel, Distributed and Grid Computing (PDGC)*, pages 495–499, 2018.

[2] Pierangela Samarati and Sabrina Capitani de Vimercati. Access control : Policies, models, and mechanisms. In *International school on foundations of security analysis and design*, pages 137–196. Springer, 2000.

[3] Jaehong Park and Ravi Sandhu. Towards usage control models : beyond traditional access control. In *Proceedings of the Seventh ACM Symposium on Access Control Models and Technologies*, SACMAT '02, page 57–64, New York, NY, USA, 2002. Association for Computing Machinery.

[4] Nouha Laamech, Manuel Munier, and Congduc Pham. IdSM-O : An IoT Data Sharing Management Ontology for Data Governance. In *Proceedings of the 14th International Conference on Management of Digital EcoSystems*, MEDES '22, page 88–95, NY, USA, 2022. Assoc. for Computing Machinery.

[5] Nouha Laamech, Manuel Munier, and Congduc Pham. Translating Usage Control Policies to Semantic Rules : A Model using OrBAC and SWRL. *Procedia Computer Science*, 225 :1881–1890, 2023. KES 2023.

[6] Vincent Ostrom and Elinor Ostrom. Public goods and public choices. *Alternatives for Delivering Public Services*, 1977.

# Influence du processus émotionnel dans l'apprentissage des utilisateurs apprenants en Réalité Virtuelle (VR)

Alan Reiter[1*] Jean-Pierre Mouline[2] * Hélène Yildiz[3*]
alan.reiter@univ-lorraine.fr Jean-pierre.mouline@univ-lorraine.fr helene.yildiz@univ-lorraine.fr

[1] Université de Lorraine
CEREFIGE, EA 3942

[2] IUT Nancy-Charlemagne ; Université de Lorraine
CEREFIGE, EA 3942

[3] IUT de Longwy ; Université de Lorraine
CEREFIGE, EA 3942

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes** – *Gestion*

**Résumé** *: Alors que la Réalité Virtuelle (VR) progresse dans le secteur de la formation et de l'enseignement, la littérature n'étudie pas en détails son influence sur le processus émotionnel et d'apprentissage de l'utilisateur. Pourtant, ces facteurs sont essentiels pour faciliter l'utilisation et la diffusion de cette technologie auprès des professionnels du secteur. Pour tenter de mieux comprendre l'influence exercée par la RV sur l'expérience vécue par l'utilisateur et son apprentissage, cette étude mobilise les principaux fondements théoriques de l'autodétermination et du bien-être psychologique. A partir d'un échantillon de 186 salariés en formation continue du secteur industriel, nos résultats montrent que la VR favorise l'implication émotionnelle et la confiance des utilisateurs à l'égard des formations en VR. Ces variables accentuent l'acquisition perçue de compétences. Nos résultats invitent les professionnels à déployer davantage cette technologie dans leur stratégie de formation et leur apportent quelques recommandations.*

*Mots clés : Apprentissage, présence, implication émotionnelle, satisfaction.*

**Section(s) CNU pour cet article** – *06.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e)** – *NON*

## 1 Introduction

Cette recherche explore l'influence de la réalité virtuelle (VR) sur l'apprentissage individuel dans le secteur industriel. Elle se propose, en prenant appui sur le cadre théorique principal de l'autodétermination [1], du bien-être psychologique [2] et la théorie de l'implication émotionnelle [3], d'évaluer l'influence de la réalité virtuelle (VR) sur le processus émotionnel et d'apprentissage de l'utilisateur apprenant. Si la VR favorise l'émergence d'émotions positives comme le plaisir [4], on ne connaît pas de manière approfondi l'impact générée par cette émotion dans le champ théorique de l'apprentissage alors qu'elle joue un rôle moteur dans le développement des compétences individuelles [2].

Deux questions de recherche dans le contexte de l'apprentissage industriel en VR peuvent être posées :

RQ1. Comment les motivations intrinsèques et extrinsèques liées à l'utilisation de la VR influencent l'expérience vécue par l'utilisateur apprenant ?

RQ2. Comment cette expérience vécue influence l'acquisition perçue de compétences de l'utilisateur apprenant ?

Cet article aborde dans un premier temps la revue de littérature puis le modèle théorique de recherche. Dans un deuxième temps sera présentée la méthodologie de l'étude et les principaux résultats obtenus. Enfin, le troisième point proposera une discussion sur les contributions, les limites et les perspectives de recherche.

## 2 Revue de littérature

La VR est une technologie perturbatrice [5] qui génère un environnement virtuel où, l'individu navigue de manière réaliste sans percevoir la médiatisation technologique ([6] ; [7]). La VR améliore l'autonomie et la faculté de métacognition [8]. L'immersion virtuelle projette l'individu dans l'univers virtuel et facilite l'acquisition et la maîtrise de nouvelles compétences ([9] ; [10]). La VR renforce la concentration [11] et la mémorisation des informations [12]. Les réponses affectives (plaisir, estime de soi…) sont des sources de motivations intrinsèques qui influencent significativement l'utilisation des technologies [13]. Ces motivations influencent la volonté de bien-être psychologique des individus qui entraîne une utilisation optimale des capacités de ces derniers [2]. L'implication émotionnelle est un état émotionnel intense dans lequel l'individu est psychologiquement engagé dans une situation ou une tâche [3].

Des recherches antérieures ([14] ; [15]) montrent que l'interactivité et la présence virtuelle influence positivement la satisfaction. Les hypothèses suivantes sont avancées dans le contexte de l'apprentissage en VR :

H1. L'interactivité influence positivement la satisfaction de l'utilisateur.

H2. La présence influence positivement la satisfaction de l'utilisateur.

La satisfaction renforce l'émergence d'émotions positives dans l'apprentissage des langues auprès des étudiants ([16] ; [13]). Par conséquent, nous proposons l'hypothèse ci-dessous dans le contexte de l'apprentissage en VR :

H3. La satisfaction influence positivement l'implication émotionnelle de l'utilisateur.

L'implication émotionnelle incite les individus à s'engager activement dans l'utilisation de la technologie. Les émotions engagent l'individu dans le processus d'apprentissage et améliorent ses compétences [17]. Ainsi, nous formulons l'hypothèse suivante dans le contexte de l'apprentissage en VR :

H4. L'implication émotionnelle influence positivement l'acquisition perçue de compétences de l'utilisateur.

## 3 Méthodologie de la recherche et résultats

Le modèle a été testé auprès de 186 salariés en formation de soudure en VR. L'étude a été réalisée dans un centre de formation de l'AFPA (Grand Est) entre mars 2024 et mai 2024. Chaque salarié a été invité à répondre à un questionnaire en ligne à la fin de sa formation. La participation à l'enquête était volontaire et anonyme. Les variables mobilisées dans ce modèle ont été mesurées à l'aide d'échelles issues de la littérature antérieure avec une échelle de Likert à 7 points. L'analyse de la fiabilité et de la validité convergente et discriminante a été réalisée avec SmartPLS 4. Les indicateurs de fiabilité dépassent les seuils recommandés de 0,6 et de 0,7 ([18] ; [19]). Toutes les valeurs d'AVE sont au-dessus du seuil préconisé de 0,5 [19], excepté pour la variable de présence (AVE = 0,459).

Les résultats montrent que l'interactivité et la présence virtuelle impactent positivement et significativement la satisfaction de l'utilisateur. Ainsi, les hypothèses H1et H2 sont validées (respectivement : $\beta = 0{,}245$ et $p < 0,001$ ; $\beta = 0{,}502$ et $p < 0{,}001$). La satisfaction influence de manière significative l'implication émotionnelle de l'utilisateur dans l'usage de la VR. L'hypothèse H3 est validée ($\beta = 0{,}621$ et $p < 0{,}001$). L'hypothèse H4 est également validée ($\beta = 0{,}764$ et $p < 0{,}001$) et suggère que l'implication émotionnelle impacte positivement l'acquisition perçue de compétences.

## 4 Discussions, contributions managériales et voies de recherche.

Nos résultats suggèrent que la VR satisfait les salariés et améliore la perception de l'acquisition de compétences. Les affordances d'interactivité et de présence de la VR favorisent la satisfaction et l'émergence d'émotions positives. L'implication émotionnelle renforce l'acquisition perçue de compétences. Les émotions jouent un rôle central dans la relation homme-machine [17]. Ces conclusions confirment celles d'études récentes sur les technologies immersives ([20] ; [21]). Sur le plan académique, cette recherche propose un modèle intégrateur qui explore l'influence de variables émotionnelles et du bien-être [2] et comble certaines lacunes relatives à l'analyse de l'influence exercée par les nouvelles technologies immersives dans le secteur de l'apprentissage en ligne.

Sur le plan managérial, les conclusions de la recherche invitent les professionnels à accroître la performance des interfaces virtuelles pour proposer des scénarios pédagogiques réalistes et engageants afin de générer des émotions positives. Cela passe par l'utilisation de moteur graphique puissant ou de l'intelligence artificielle permettant de mobiliser simultanément plusieurs sens comme la vue et l'ouïe. Les retours haptiques peuvent également jouer un rôle central. Il peut être également utile de développer des systèmes de feedback en temps réel pour permettre aux apprenants d'interagir plus activement avec l'univers virtuel.

L'étude comporte des limites qui ouvrent des voies futures de recherches. Premièrement, notre étude est basée sur des données déclaratives collectées auprès d'un échantillon de petite taille. Il pourrait être intéressant d'effectuer cette étude sur un échantillon plus important et de réaliser une étude qualitative pour approfondir la compréhension de l'impact de la VR. Deuxièmement, il s'agit d'une étude transversale susceptible de ne pas prendre en considération la familiarité à la technologie. Effectuer une étude longitudinale permettrait d'analyser l'effet du temps sur l'influence exercée par la VR [22]. Troisièmement, évaluer l'acquisition réelle de compétences après l'utilisation de la VR durant l'exécution des tâches permettrait d'approfondir les résultats de cette première étude.

## 5 Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude au centre AFPA du Grand-Est et plus particulièrement à Léa Delarre pour leur aide quant à la réalisation de cette recherche.

## Références

[1] Deci E.L, & Ryan R.M. (2004) Handbook of Self-determination Research. (Eds) New York: University Rochester Press.

[2] Ryan R.M, & Deci E.L. (2001) On happiness and human potentials: A review of research on hedonic and eudaimonic well-being. *Annual Review of Psychology*, *52*, 141-166.

[3] Wu J, & Holsapple C. (2014) Imaginal and emotional experiences in pleasure-oriented IT usage: A hedonic consumption perspective, *Information & Management*, 51(1), 80-92,

[4] Flavián C, Ibáñez-Sánchez S, & Orús C. (2019) The impact of virtual, augmented and mixed reality technologies on the customer experience, *Journal of Business Research*, 100, 547-560.

[5] Herz M, & Rauschnabel P.A. (2019) Understanding the diffusion of virtual reality glasses: The role of media, fashion and technology, *Technological Forecasting and Social Change*, 138, 228-242.

[6] Rauschnabel P.H, Felix R, Hinsch C, Shahab H, & Alt F. (2022) What is XR? Towards a framework for augmented and virtual reality. *Comput. Hum. Behav.* 133, 107289

[7] Zhou F, Zhang N, Wang N, & Mou J. (2023) Design affordance in VR and customization intention: is customer inspiration a missing link? *Technol. Forecast. Soc. Chang*, 192, 122594.

[8] Teng M.F. (2024) Metacognition and autonomy in building a community for language learning through VR digital gaming, *Computers & Education: X Reality*, 4, 100060.

[9] Wu B, Yu X, & Gu X. (2020) Effectiveness of immersive virtual reality using head-mounted displays on learning performance: A meta-analysis. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 1991–2005.

[10] Khorasani S, Syiem BV, Nawaz S, Knibbe J, & Velloso E. (2023) Hands-on or hands-off: Deciphering the impact of interactivity on embodied learning in VR, Computers & Education: X Reality, 3, 100037.

[11] Huang H-M, Rauch U, & Liaw S-S. (2010) Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: based on a constructivist approach. *Computers & Education*, 55(3),1171–82.

[12] Krokos E, Plaisant C, & Varshney A. (2018) Virtual memory palaces: immersion aids recall, *Virtual Reality*, 23(1), 1–15.

[13] Wang T, Wang W, Feng J, Fan X, Guo J, & Lei J. (2024) A novel user-generated content-driven and Kano model focused framework to explore the impact mechanism of continuance intention to use mobile APPs, *Computers in Human Behavior*, 157, 108252.

[14] Choi, Y., Wen, H., Chen, M., & Yang, F. (2021). Sustainable determinants influencing habit formation among mobile short-video platform users. *Sustainability*, *13*, 3216.

[15] Lee C-H, Chiang H-S, Hsiao K-L. (2018). What drives stickiness in location-based AR games? An examination of flow and satisfaction. *Telematics and Informatics*, 35, 1958-1970.

[16] Alamer A, & Lee J. (2019). A motivational process model explaining L2 Saudi students' achievement of English. *System*, 87, 102133.

[17] Dubovi I. (2022) Cognitive and emotional engagement while learning with VR: The perspective of multimodal methodology, Computers & Education, 183, 104495,

[18] Fornell C, & Larcker D.F. (1981) Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error, *Journal of Marketing Research, 18(1),* 39–50

[19] Hair J.F, Risher J.J, Sarstedt M, & Ringle C.M. (2019) "When to use and how to report the results of PLS-SEM", *European Business Review*, 31(1), 2019, 2-24.

[20] Moliner-Tena M.A, Monferrer-Tirado D, Estrada-Guillen M, & Vidal-Meliá L. (2023) Memorable customer experiences and autobiographical memories: From service experience to word of mouth, *Journal of Retailing and Consumer Services*, 72, 103290.

[21] Le H.T.P.M, Park J, Lee S. (2023) Emotion and trust in virtual service assistant design for effective service recovery. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 74, 103368.

[22] Frisou J. & Yildiz H. (2011). Taking account of time in marketing construct validation: theoretical and methodological problems. Rech. Appl. Mark. 26, 29–49.

# Pics pour les séries statistiques bivariées
# Actes du Congrès National de la Recherche des IUT

Philippe Ryckelynck*
philippe.ryckelynck@univ-littoral.fr

* IUT du Littoral Côte d'Opale
Département Gaco, Saint-Omer
Laboratoire L.M.P.A - U.L.C.O. Calais

*L'auteur avec la marque * est l'auteur correspondant.*

**Thèmes –** *Mathématiques*

**Résumé –** *Dans ce travail nous examinons les effets de pics dans des séries statistiques quantitatives discrètes, dûs aux concentrations des variables en question dans des sous-groupes de population. Le phénomène qui retient notre attention est la présence de pics dans les nuages statistiques. En un sens, ces pics peuvent être vus comme des défauts de la régression mais ils traduisent surtout* la sensibilité *accrue de la variable endogène à la variable exogène lors de la transition d'une sous-population à une autre. Après avoir présenté les sous-populations "à gauche ou à droite" d'un pic, on met en évidence les variables libres du problème. On fournit une inégalité nouvelle pour les coefficients de corrélation linéaire puis on introduit les polynômes dont l'annulation traduit un phénomène de pic.*

**Mots-clés –** *Statistiques descriptives, régression, corrélation, optimisation, bases de Groebner.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *25*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

# 1 Introduction

Dans ce travail nous examinons les effets de pics dans des distributions de séries statistiques quantitatives discrètes, dûs aux concentrations des variables en question dans des sous-groupes de population. Le phénomène qui retient notre attention est la présence de pics dans les nuages statistiques bidimensionnels, cf. [1]. L'analogue tridimensionnel est la présence de sommets dans des régions délimitées par des nuages de points qui sont anormalement distants des sommets voisins. Or, dans le cas bidimensionnel, lorsque, dans une population complète, deux variables quantitatives sont insuffisamment corrélées, les pics éventuel révèlent, toutefois, des îlots de fortes corrélations entre des sous-groupes. Ceci est en faveur de modèles explicatifs "par morceaux". Le phénomène de pics ne semble pas avoir été considéré dans les traités habituels de statistique descriptive, tels que le Traité [2]. Toutefois, la possibilité de former des modèles linéaires pour des sous-groupes de population, voire des raccords entre les modèles régressifs, est une technique bien connue. C'est ainsi que, dans le cas de l'emploi de splines, cette méthode débute avec un article de J. H. Friedman en 1991, voir p. ex. [2].

# 2 Pics pour les séries liées aux dépenses des ménages

L'INSEE analyse et délivre régulièrement des séries statistiques fournissant les montants de la consommation annuelle par catégories de dépenses [1], pour les différents déciles de revenus, cf [3]. La population concernée est formée des ménages français dans l'année en cours. Dans [1] et [4], différentes séries ont été analysées. L'existence et la quantité de pics dans les "chiffres" de la consommation des ménages suivant certains postes, en fonction d'indicateurs liés aux revenus, ou aux salaires ont pu être mises en évidence. Une analyse économique de la consommation de

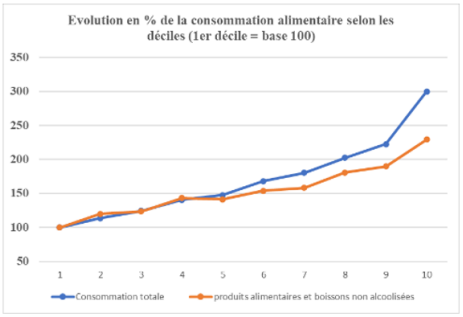



FIGURE 1 – Pics dans la consommation alimentaire.

produits alimentaires et boissons non alcoolisée est proposée dans [1]. La question des corrélations importantes ou de la décorrélation entre ces séries y est abordée.

1. https ://www.insee.fr/fr/statistiques/4648319

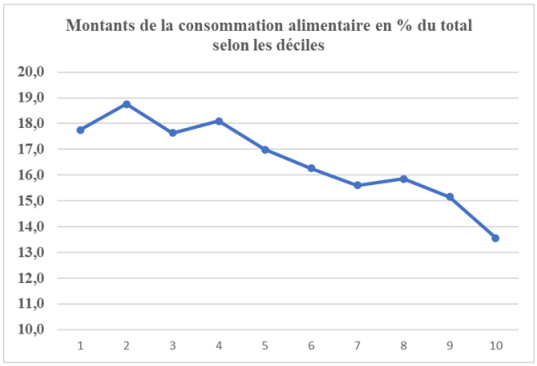



FIGURE 2 – Importance des dépenses alimentaires suivant les déciles du revenu

# 3 Découpages des populations statistiques

On considère une population $\mathcal{P}$ formée de $N$ individus, pour lesquels deux caractères $X, Y$ sont analysés. On suppose, par souci de simplicité, que $\mathcal{P}$ est divisée en $n$ classes homogènes $C_1, \ldots, C_n$ par rapport aux deux caractères, d'effectifs $(c_i)_{1\leq i\leq n}$, de sorte que $N = \sum_{i=1}^{n} c_i$. On écrit $\mathcal{P} = C_1 \cup C_2 \ldots \cup C_n$. Soient $\mathbf{x} = (x_i)_{1\leq i\leq n}$ et $\mathbf{y} = (y_i)_{1\leq i\leq n}$ les deux séries statistiques discrètes ainsi produites. Considérons le résultat d'un découpage d'une population $\mathcal{P} = \mathcal{P}' \cup \mathcal{P}''$ en deux sous-populations disjointes $\mathcal{P}' = C_1 \cup C_2 \ldots \cup C_p$ et $\mathcal{P}'' = C_{p+1} \cup C_2 \ldots \cup C_n$, qu'on désigne ci-après par $[1,p] \cup [p+1,n]$. Etant donné une variable statistique de la forme $X^{e_1} Y^{e_2}$ où $e_1, e_2 \in \mathbb{N}$, on peut associer au découpage $\mathcal{P}' \cup \mathcal{P}''$ précédent, trois moments non-centrés de $X^{e_1} Y^{e_2}$ sur les groupes suivants respectifs : $[1,p-1] \cup [p,n]$, $[1,p] \cup [p+1,n]$ et $[1,n] \cup \emptyset$. Notons $\mu_g$, $\mu_d$, $\mu_t$ ces trois moments respectifs [2]. C'est ainsi qu'on aura par exemple

$$n\mu_t = (p-1)\mu_g + c_p x_p^{e_1} x_p^{e_2} + (n-p)\mu_d.$$

Les variances et les covariances des variables statistiques $X, Y$ analysées sont aussi transformées et reliées par les découpages de population. On obtient par exemple la covariance totale par la formule

$$\gamma_t = -n^{-2}((p-1)\mu_{Xg} + c_p x_p + (n-p)\mu_{Xd})((p-1)\mu_{Yg} + c_p y_p + (n-p)\mu_{Yd}) + n^{-1}((p-1)(\mu_{Xg}\mu_{Yg} + \gamma_g) + c_p x_p y_p + (n-p)(\mu_{Xd}\mu_{Yd} + \gamma_d)),$$

et de multiples autres relations polynomiales reliant différents moments centrés ou non-centrés des deux variables statistiques.

2. Les lettres g, d, t référant aux mots gauche, droite, totalité, pour les sous-populations concernées.

## 4 Une inégalité pour les coefficients de corrélation

Dans cette section, nous proposons une e inégalité, qui semble nouvelle, pour les coefficients de corrélation liant les trois parties d'une même population $\mathcal{P} = \mathcal{P}' \cup \mathcal{P}''$, comme auparavant, sur laquelle sont mesurés deux caractères statistiques quantitatifs continus. Ici, nous n'adjoignons pas une classe supplémentaire formant le lieu d'un pic pour la régression d'un des deux caractères par l'autre. Notons $f, g = 1 - f$ les poids respectifs de $\mathcal{P}'$ et $\mathcal{P}''$. Soient $v_1, v_2$ (resp. $v_3, v_4$) la variance du premier caractère (resp. du second) dans les sous populations $\mathcal{P}', \mathcal{P}''$. On pose dans la suite $k = v_4/v_3$. On dispose aussi des covariances $c_g, c_d$ dans les deux sous-populations $\mathcal{P}'$ et $\mathcal{P}''$, et de la covariance $c_t = fc_g + (1-f)c_d$ dans $\mathcal{P}$. Soient $v_5, v_6$ les variances des deux caractères dans la population $\mathcal{P}$. Les coefficients de corrélation linéaire dans $\mathcal{P}'$ (resp. $\mathcal{P}''$) valent donc respectivement $\rho_1 = c_g^2/(v_1 v_3)$ et $\rho_2 = c_d^2/(v_2 v_4)$ ce qui implique que $c_g = \sqrt{v_1 v_3 \rho_1}$ et $c_d = \sqrt{v_2 v_4 \rho_2}$. Cela étant, le coefficient de corrélation linéaire dans $\mathcal{P}$ a pour valeur :

$$\rho_3 = \frac{(fc_g + (1-f)c_d)^2}{(fv_1 + (1-f)v_2)(fv_3 + (1-f)v_4)}$$

On prouve le résultat suivant.

**Théorème 1**. Le coefficient $\rho_3$ est donné par un quotient de Rayleigh de deux formes quadratiques en les quotients $x^2 = v_1/v_4$ et $y^2 = v_2/v_3$ comme suit

$$\rho_3 = \frac{f^2\rho_1 x^2 + g^2\rho_2 y^2 + 2fg\sqrt{\rho_1\rho_2}xy}{(f^2 + 2fgk)x^2 + (g^2 + 2fg/k)y^2}$$

De plus, on a la minoration suivante

$$\rho_3 \geq \frac{(2gk+f)f^3k\rho_1 + g^3(kg+2f)\rho_2}{f(2gk+f)(gk+2f)}$$

Cette minoration donne le pic le plus fort qui se puisse rencontrer. On a aussi $\rho_3 \geq \min(\rho_1, \rho_2)$ mais les pics les plus forts apparaîtront lorsqu'on prend des sous-populations assez équitables en ce sens que $k$ (resp. $f$) est proche de 1 (resp $\frac{1}{2}$).

## 5 Localisation des pics

Nous abordons dans ce paragraphe la question de la localisation des points $(x, y)$ de poids donné dans un nuage pondéré, en lesquels peuvent surgir des pics, autrement dit des défauts de régression. Soit $\mathcal{V}$ l'espace vectoriel de dimension 9 constitué par les polynômes non homogènes $f(x, y)$ bivariés du type

$$z_1 + z_2x + z_3y + z_4xy + z_5x^2 + z_6y^2 + z_7xy^2 + z_8x^2y + z_9x^2y^2,$$

où $\mathbf{z} = (z_1, z_2, \ldots, z_9) \in \mathbb{R}^9$. On note que si $g \in \mathcal{V}$, alors les polynômes suivants $g_1(x, y) = g(y, x)$ et

$$g_2(x, y) = g(p_1x + p_2y + p_5, p_2x + p_3y + p_6),$$

quels que soient les six réels $(p_1, \ldots, p_6)$, ainsi que $g_3(x, y) = x^2y^2g(1/x, 1, y)$, sont aussi éléments de $\mathcal{V}$. On a donc un groupe $\mathcal{G}$ qui opère dans $\mathcal{V}$. Soient onze réels $(r, a_0, a_1, a_2, b_0, b_1, b_2, c_0, c_1, c_2, c_3)$ dans $\mathbb{R}$, avec $a_1^2 < 4a_0a_2$ et $b_1^2 < 4b_0b_2$, on introduit l'élément suivant de $\mathcal{V}$ :

$$g(x, y) = (c_0 + c_1x + c_2y + c_3xy)^2 - r(a_0 + a_1x + a_2x^2)(b_0 + b_1y + b_2y^2).$$

Considérons les points critiques de $g(x, y)$ ou, de façon équivalente, ceux de $r(x, y)$ résolvant $g(x, y) = 0$. Les deux équations les déterminant se décomposent en deux types. D'abord, sont critiques tous les points de la courbe $c_3xy + c_1x + c_2y + c_0 = 0$. Dans le cas général où cette courbe n'est ni vide, ni une droite seule, on aura $c_3 \neq 0$ et la courbe critique précédente est une hyperbole qui s'écrit $y = -(c_1x + c_0) \cdot (c_3x + c_2)^{-1}$. Ensuite, en posant $t = xy$, on a deux équations linéaires de déterminant $w_0$ explicitement donné par :

$$2a_0b_0c_3^2 - a_0b_1c_1c_3 - a_1b_0c_2c_3 + a_1b_2c_0c_1 + a_2b_1c_0c_2 - 2a_2b_2c_0^2.$$

Si $w_0 \neq 0$, ces deux équations engendrent des points critiques de la forme $x = (w_1t + w_3)/w_0$, $y = (w_2t + w_4)/w_0$ où les quatre nouvelles constantes sont données par des formules polynomiales biquadratiques explicites. La condition $t = xy$ se traduit par l'équation quadratique

$$w_1w_2t^2 + (w_1w_4 + w_2w_3 - w_0^2)t + w_3w_4 = 0,$$

**Théorème 2**. Si $g \in \mathcal{V}$, $c_3 \neq 0$, les points critiques de $g$ de la première (resp. seconde) espèce sont toujours des points-selles (resp. des minima locaux). Si $g \in \mathcal{V}$ est défini comme dans le Théorème 1, la valeur de $t$ est rationnelle en les différents paramètres $f, g, k, \rho_1, \rho_2$. De surcroît, on peut fournir un encadrement pour les valeurs $x, y$ des coordonnées des pics liés à $g$ en termes des onze coefficients de $g$ et de l'intervalle $[r_{min}, r_{max}]$ voulu pour $r$.

Cette formalisation s'étend mutatis mutandis à des modèles d'ajustement plus généraux et fait l'objet d'un travail en cours.

## Références


[1] D. Dhyvert, P. Ryckelynck, *Analyse statistique et économique de la consommation des ménages français* Cahiers du Cedimes, ISSN : 2110-6045, 2024, Volume 19, numéro 4, 2024, pages 133-157

[2] C. Gourieroux, A. Montfort, *Statistiques et Modèles économétriques, notions générales, estimations, prévisions, algorithmes*, Economica, Paris, 1999

[3] INSEE, Tab. TF 106, *Les dépenses des ménages en France métropolitaine en 2017*, paru le 15/09/2020

[4] P. Ryckelynck, *Sur les séries temporelles économiques ou démographiques très corrélées*, Cahiers du Cedimes, ISSN : 2110-6045, Volume 19 numéro 3, 2024, pages 208-230

# Extraction des composés volatils des feuilles de sequoia sempervirens

Loïc LATORRE[1,*] Jérémy MEHATS1,* Bertrand CHARRIER1,*
llatorre@univ-pau.fr jeremy.mehats@univ-pau.fr bertrand.charrier@univ-pau.fr

[1] IUT de Mont-de Marsan
Laboratoire xylomat
Université de Pau et des Pays de l'Adour

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Chimie - Biologie*

**Résumé –** *Le sequoia sempervirens (D. Don) est une essence encore peu utilisée dans le domaine forestier. Ses capacités d'adaptation au changement climatique et sa très forte croissance en font une potentielle source de biomolécules pour l'industrie chimique. Les feuilles sont une source de molécules de faible poids moléculaire. Cet article présente les différentes méthodes utilisées et les extractions des différentes molécules contenues dans ce compartiment de l'arbre. Les monoterpènes sont bien présents dans le séquoia toujours vert. On retrouve une bonne part des monoterpènes présents dans le pin maritime, à l'exception du δ-3-carène et du β-pinène, mais dans des proportions différentes. . Les concentrations de monoterpènes mesurées dans les macérations au cyclohexane durant 48 h sont de 1,741 mg/g de feuilles sèches.*

**Mots-Clés –** *séquoia, monoterpènes, catéchol*

**Section(s) CNU pour cet article –** *31,32,33,64*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *OUI / ~~NON~~*

## 1 Introduction

Le séquoia à feuille d'if (*Sequoia sempervirens* (D. Don)) est une essence introduite en France au cours du XVIIIe siècle. Tout d'abord utilisé comme arbre d'ornement, cette espèce fait l'objet d'étude pour son usage dans la sylviculture française depuis les années 1970. Essence très plastique et rustique, le séquoia s'avère être adapté au changement climatique et offre des perspectives de production de bois très importante (jusqu'à 55 $m^3$/ha/an). Cette productivité exceptionnelle sous nos latitudes est observée aussi bien dans le Sud-Ouest que dans la région Bretagne où des parcelles présentent un stock de bois sur écorce de 1 000 $m^3$/ha en seulement 30 ans. Le séquoia, s'il permet de fortes productions de bois, offre aussi d'autres compartiments à valoriser (feuilles, branches, écorce). Les feuilles représentent environ 11 % de la biomasse totale de l'arbre soit près de 1 t de feuilles fraîches par arbre, comme mesuré par T. Fauconnier dans le cadre du programme sylvabiom (2011) [1]. Les feuilles peuvent être valorisées dans le cadre de bioraffineries où l'extraction des composés volatils est un enjeu majeur. Notre étude vise à identifier les molécules présentes dans les feuilles de séquoia et à les quantifier.

## 2 Matériel et méthodes

### 2.1 Prélèvements

Des feuilles de séquoia ont été prélevées durant 2 périodes (décembre 2023 – mars 2024 ; août 2024 – septembre 2024). Les prélèvements ont été faits sur des arbres de tailles et d'âges différents (rejet de souche et arbres dominants) sur 3 sites distincts (Montagut, Làa-Mondrans et Arudy) situés dans les Pyrénées Atlantiques. Le site de Montagut (plantation : 1986) est issu de graines (origine USA) et de boutures (origine France), le site d'Arudy est issu de graines (origine France, collectées sur un parc de 4 semenciers), le site de Làa-Mondrans est issu d'un clonage. Les feuilles sont collectées sur des rameaux d'âge variable prélevés de manière à refléter la diversité des âges des feuilles sur chaque arbre. Les rameaux sont conservés dans des sacs hermétiques à -18°C avant l'analyse.

### 2.2 Extraction

Les feuilles sont séparées des rameaux puis broyées à l'aide d'un mixeur de cuisine jusqu'à obtenir des fragments de 2 à 5 mm. 3,0 g (±0,1 g) sont mis à macérer dans 30 mL de solvant (cyclohexane ou acétone) dans un erlenmeyer bouché à température ambiante pendant 48h. L'ensemble est filtré par gravité sur papier Watman puis le solvant est évaporé à l'aide d'un évaporateur rotatif (température du bain : 30°C ; température du réfrigérant : 5°C ; pression : 150 mPa). L'extrait sec est ensuite dilué dans 3,0 mL de méthanol anhydre puis réparti dans 2 vials à chromatographie. Pour la quantification des monoterpènes, un étalon interne (isobutylbenzène) a été ajouté à la concentration de 0,100±0,002 $mg.mL^{-1}$. Le TMAH est utilisé comme agent de méthylation et quelques gouttes de phénolphtaléine sont ajoutées comme indicateur de fin de réaction. Les analyses ont été réalisées sur un appareil de chromatographie Perkin Elmer Clarus 590 équipé d'une colonne capillaire et, couplé à un spectromètre de masse Perkin Elmer Clarus SQ8S. Le détecteur est équipé d'une source d'ionisation par impact électronique avec une énergie de 70 eV. Les conditions suivantes ont été mises en place :

- Injecteur : volume d'injection : 1 µL, débit d'injection : 10 mL/min, gaz vecteur : hélium, température de l'injecteur : 300 °C
- Colonne : Elite-5MS longueur : 30 m, diamètre : 250 µm, épaisseur de film : 0,25 µm
- Four : rampe de 50 à 190 °C (8 °C/ min), de 190 à 300 °C (15 °C/ min) puis 300 °C / 10 min
- Spectromètre de masse : ligne de transfert : 200 °C, température de la source : 180 °C

Les analyses sont effectuées pour chaque période et pour chaque arbre en triplicat.

### 2.3 Analyses statistiques

Les analyses univariées (ANOVA) ont été établies avec l'outil intégré du logiciel libreoffice Calc ; les analyses multivariées (ACP) ont été faites à l'aide de bibliothèque panda et du logiciel python. Les représentations graphiques ont été obtenues avec jupyter notebook.

## 3 Résultats et discussions

Nos extractions au cyclohexane montrent une certaine constance dans la composition des feuilles des arbres. Certaines variations sont attribuables soit à la parcelle soit à la position de l'arbre dans la canopée (Figure 1).

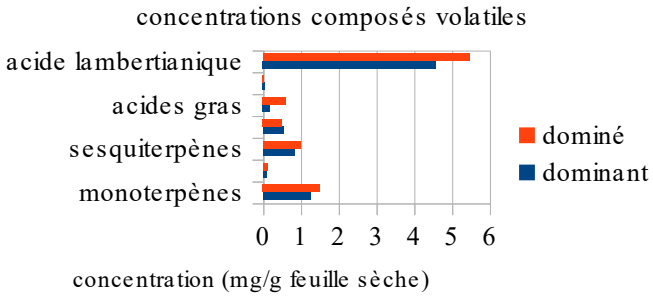



Figure 1 – Concentrations en fonction de la position dans la canopée

### 3.1 Monoterpènes

Nous avons pu identifier et quantifier 10 monoterpènes. Ces monoterpènes sont caractéristiques de la famille des résineux. Le sequoia sempervirens se différencie du pin maritime par une forte teneur relative en sabinène (18 % des monoterpènes totaux) et en terpinène (9,17%) alors que ces espèces chimiques sont absentes chez le pin maritime (*Pinus pinaster*). Le limonène et le β-phellandrène sont aussi bien plus présents dans le sequoia que dans le pin.

En ce qui concerne l'origine géographique, Hall et Langenheim (1987) [2] ont montré que les séquoias américains sont moins riches en α-pinène que leurs congénères français (16,5 % contre 34,62%). Les arbres américains s'avèrent par contre, plus riches en sabinène que les arbres français (27,6 % contre 18%), comme indiqué dans la Table 1.

**Table 1 – Comparaison pin maritime – séquoia en pourcentage des monoterpènes totaux**

| **molécule** | **Pinus pinaster [3]** | **σ** | **Sequoia sempervirens** | σ |
|---|---|---|---|---|
| thujène | 0,00 | 0 | 1,95 | 1,89 |
| α pinène | 33,02 | 5,28 | 34,62 | 15,49 |
| camphène | 0,27 | 0,18 | 0,00 | n.c. |
| β pinène | 41,53 | 6,22 | 0,00 | n.c. |
| sabinène | 0,00 | n.c. | 16,13 | 14,77 |
| myrcène | 12,22 | 3,55 | 6,83 | 4,08 |
| α phellandrène | 0,30 | 0,11 | 0,00 | n.c. |
| δ-3-carène | 4,99 | 2,86 | 0,00 | n.c |
| Limonène + β phellandrène | 5,93 | 2,70 | 25,98 | 10 |
| ocimène | 0,43 | 0,19 | 0,93 | 3,64 |
| terpinène | 0,00 | 0 | 9,17 | 1,75 |
| p-cymène | 0,00 | 0 | 1,95 | 1,75 |
| terpinolène | 1,33 | 1,58 | 2,46 | 1,15 |

### 3.2 Autres composés

La majorité des sesquiterpènes et dérivés sesquiterpéniques que nous avons identifié présentent des activités de défense de la plante contre les insectes et les champignons. La présence de plusieurs isomères de l'élémène (β ; δ ; γ) ; d'humulène de caryophyllène, de germacrène (B et D) et de cadinène explique l'absence de ravageurs pour cette essence tant en France que dans son aire de répartition naturelle. Les acides gras présents dans les feuilles sont présents dans de plus fortes proportions que dans d'autres végétaux, l'exploitation de ces molécules ne présente à priori pas d'intérêt industriel. Les diterpènes sont les composés majoritaires de la concrète de sequoia. La molécule largement prédominante (58 %) est l'acide lambertianique. Cette molécule présente une activité thérapeutique certaine comme l'ont montré Lee et col. (2016) [4]. Il apparaît dans nos extractions que cette molécule persiste dans des feuilles sèches à l'inverse des autres composés volatils. Cette observation pourrait permettre d'extraire cette molécule avec un fort taux de pureté à partir du feuillage du sequoia à feuilles d'if.

## 4 Conclusions

Nos premières investigations sur les feuilles de sequoia montre que cette essence à la croissance remarquable peut être considérée comme une alternative à d'autres essences moins adaptées au changement climatique. Les feuilles contiennent aussi des composés phénoliques et des flavonoides que nous devons encore explorer. Ces molécules pourraient permettre d'ouvrir une autre voie de valorisation dans le domaine des substituts aux intrants phytosanitaires.

## 5 Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude à J. PARGADE (CRPF Nouvelle Aquitaine) et à M. MONTIBUS (FCBA) pour leur aide dans l'identification des parcelles de sequoia. Les auteurs remercient en outre C.H. LANNUX pour son aimable collaboration et la mise à disposition de ses parcelles de séquoia.

## Références

[1] T. Fauconnier, *Le sequoia sempervirens, bilan sur le travail d'amélioration génétique de 1977 à 1996.* projet Sylvabiom, FCBA, 2011.

[2] G. D. Hall, J. H. Langenheim, *Geographic variation in Leaf Monoterpenes of Sequoia sempervirens.* Biochemical Systematics and Ecology, Vol 15, No 1, pp 31-43, 1987.

[3] C. Arrabal, M. C. Garcia-Vallejo, E. Cadahia, M. Cortijo Brigida Fernandez de Simon, *Characterization of two chemotypes of Pinus pinaster by their terpene and acid patterns in needles.* Plant Syst Evol, 298:511–522, 2012.

[4] Lee MS, Lee SO, Kim SH, Lee EO, Lee HJ. Anti-Cancer Effect of Lambertianic Acid by Inhibiting the AR in LNCaP Cells. Int J Mol Sci. 2016 Jul 7;17(7):1066. doi: 10.3390/ijms17071066. PMID: 27399684; PMCID: PMC4964442.

# Intégration de sous-ensembles réaffectés dans un processus de conception: une expérimentation en BUT1 GMP

Pierre de La Morinerie[1*] pierre.de-la-morinerie@ls2n.fr
Olivier Cardin[1*] olivier.cardin@ls2n.fr
Florent Laroche[2] florent.laroche@ls2n.fr

[1] IUT de Nantes
Laboratoire LS2N

[2] Ecole Centrale de Nantes
Laboratoire LS2N

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes** *Environnement - Mécanique*

**Résumé –** *Le présent article explore la réutilisation des produits et systèmes pour prolonger leur durée de vie en les intégrant dans de nouveaux usages. La méthode ReFA développée à l'IUT et basée notamment sur l'analyse fonctionnelle et la théorie de résolution des problèmes inventifs (TRIZ), aide les concepteurs à exploiter des systèmes mis au rebut. Testée sur des cas limités, elle nécessite une validation élargie. Un protocole impliquant une centaine d'étudiants en BUT GMP est prévu pour janvier 2025, où ils appliqueront la méthode sur des systèmes mécaniques étudiés et rempliront une base de données avec leurs résultats.*

**Mots-Clés –** *Méthode de conception, Analyse Fonctionnelle, Ecoconception, TRIZ*

**Section(s) CNU pour cet article –** *60, 61.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *OUI*

## 1 Introduction

Notre étude porte sur la réaffectation des produits et systèmes, qui représente une solution économique et demandant peu d'efforts face à la diminution de la durée de vie des produits [1] ainsi qu'à l'évolution des besoins et des technologies. Ce procédé consiste à intégrer un produit ou des pièces usagées dans la conception d'un nouveau produit ayant une fonction différente [2]. Une méthode a été développée pour accompagner les concepteurs dans l'association des fonctions des nouveaux produits avec des connaissances tirées de systèmes ou sous-ensembles obsolètes ou mis au rebut. La méthodologie d'Analyse Fonctionnelle pour la Réaffectation (ReFA), qui s'appuye notamment sur la théorie TRIZ [3] et a été expérimentée avec succès sur quelques études de cas.

Toutefois, une validation à plus grande échelle est nécessaire pour encourager son adoption par les professionnels de l'industrie. La question centrale de cet article est donc la suivante : les concepteurs formés à l'analyse fonctionnelle sont-ils capables de comprendre et d'appliquer la méthodologie ReFA pour réutiliser des produits mis au rebut ?

## 2 Contexte et proposition de méthodologie de conception

De nouveaux modèles de production ayant pour but de répondre aux problématiques sociétale et environnementales émergent, dont l'économie circulaire [4] et particulièrement le manufacturing circulaire [5]. Le manufacturing circulaire peut être défini par la mise en œuvre simultanée de diverses stratégies visant à diminuer la consommation de ressources, à prolonger leur durée de vie et à assurer leur réutilisation en boucle.

Ces stratégies s'appuient sur les activités internes et externes des fabricants, structurées pour satisfaire les attentes des parties prenantes. Elles peuvent être qualifiées tout d'abord par les 3R Réduire-Réutiliser-Recycler [6] ou plus particulièrement les 10R [2] qui ajoutent notamment Reconditionner, Remanufacturer, Réaffecter . Ces derniers termes, similaires en apparence, tirent leurs différences notamment du niveau de qualité des produits finaux en comparaison au neuf, de la quantité de travail nécessaire à l'obtention du produit Re-fabriqué ou encore des fonctionnalités du produit.

Une attention toute particulière a été portée sur le procédé de réaffectation (*repurposing* en anglais) présentant des intérêts dans une perspective d'évolution des pratiques et méthodes de conception de produits industriels.

Du point de vue du concepteur en bureau d'études, une stratégie de réaffectation commencerait à l'étape d'avant-projet, une fois les exigences fonctionnelles définies (étape tirée de l'approche transverse de la conception de nouveau produits [7]). Afin d'évaluer la réutilisation d'un produit ou sous-assemblage mis au rebut (et plus largement d'un parc entier de produits, dans une production de série), il est nécessaire dans un premier temps de définir les fonctions potentielles de ces produits.

En parcourant la littérature scientifique autour de la réaffectation et de la conception de produits, nous avons observé l'absence de méthodologie permettant l'expression de fonction de réaffectation qui seraient différentes des fonctions initiales, à partir d'un produit ou système industriel quelconque, sans spécificité au regard de l'industrie d'origine.

Afin de contribuer à la mise en place de stratégies de réaffectation dans les bureaux d'études, la méthode ReFA a été proposée. Cette méthodologie se décompose en quatre grandes étapes :

- Définir un périmètre sur le produit, qui correspond à un sous-ensemble ou au produit complet.
- Définir des « substances » : dans le langage TRIZ, la théorie de résolution des problèmes inventifs, développée par l'ingénieur russe Genrich Altshuller [3], [8], il s'agit d'éléments du système pouvant être des entrées ou sorties.
- Appliquer de manière algorithmique les champs physiques existants (issus de TRIZ et de la *Reconciled Functional Basis* [9]) pour déterminer les effets sur le périmètre et son environnement.
- Standardiser les fonctions de réaffectation ainsi obtenues suivant un formalisme spécifique.

Cette méthodologie a été appliquée avec succès sur plusieurs systèmes pédagogiques utilisés en GMP, menant à la création d'une base de données spécifiques qui pourra être utilisée lors de projets futurs. Afin d'en mesurer de manière objective l'efficacité et compléter la base de données, une expérimentation de la méthode impliquant des étudiants a été planifiée.

## 3 Mise en œuvre du protocole expérimental

Le protocole d'expérimentation prévoit d'être mis en œuvre auprès d'une centaine d'étudiants en première année de BUT Génie Mécanique et Productique (GMP), organisés en binômes. Ces étudiants ont été initiés à l'analyse fonctionnelle et possédent des connaissances de base sur les outils et processus de conception mécanique. Ils disposeront également d'une connaissance approfondie des systèmes qu'ils auront démontés, modélisés et analysés au cours d'un semestre (chaque binôme travaillant sur un système différent). Il leur sera demandé d'appliquer la méthode ReFA à leurs systèmes et de renseigner une base de données avec les fonctions de réaffectation identifiées. Une partie des binômes sera scindée pour constituer un groupe test, auquel aucune méthodologie spécifique ne sera fournie.

L'expérimentation est prévue pour début janvier 2025, avec des résultats qui incluront une base de données complétée des fonctions de réaffectation ainsi que des données quantitatives sur l'efficacité de la méthodologie. Les conclusions et la validation interne du test pourront ensuite être établies.

La séquence pédagogique planifiée est de 4 heures découpée comme suit :

- Présentation du contexte sociétal et industriel ainsi qu'une introduction aux solutions existantes d'économie circulaire
- Présentation détaillée de la méthode ReFA suivie d'un exemple illustratif.
- Exercice sur table suivi d'une correction.
- Application de la méthode ReFA sur le système mécanique étudié lors du premier semestre, capitalisation des résultats obtenus dans la base de données.

## 4 Conclusion et discussion

Comme tout protocole de test, les résultats obtenus lors de cette expérimentation dépendront de certaines hypothèses et conditions préalables, qui doivent encore être entièrement définies. Une piste pour renforcer la robustesse de l'étude serait de réaliser des tests sur un public différent, incluant des professionnels industriels expérimentés et/ou des étudiants plus avancés (par exemple des BUT3 GMP), afin de comparer les conclusions obtenues.

## 5 Remerciements

Les auteurs remercient l'ensemble des acteurs impliqués dans ces recherches, particulièrement l'IUT de Nantes et l'ensemble de l'équipe pédagogique du département GMP

## Références

[1] C. Bakker, F. Wang, J. Huisman, and M. den Hollander, 'Products that go round: exploring product life extension through design', *Journal of Cleaner Production*, vol. 69, pp. 10–16, Apr. 2014, doi: 10.1016/j.jclepro.2014.01.028.

[2] S. Bag, S. Gupta, and S. Kumar, 'Industry 4.0 adoption and 10R advance manufacturing capabilities for sustainable development', *International Journal of Production Economics*, vol. 231, p. 107844, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.ijpe.2020.107844.

[3] G. Altshuller, *Creativity as an exact science: the theory of the solution of inventive problems*. New York, NY: Gordon and Breach Science Publishers, 1984.

[4] J. Potting, M. Hekkert, E. Worrell, and A. Hanemaaijer, 'CIRCULAR ECONOMY: MEASURING INNOVATION IN THE PRODUCT CHAIN'.

[5] F. Acerbi and M. Taisch, 'A literature review on circular economy adoption in the manufacturing sector', *Journal of Cleaner Production*, vol. 273, p. 123086, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.123086.

[6] S. Sakai *et al.*, 'International comparative study of 3R and waste management policy developments', *J Mater Cycles Waste Manag*, vol. 13, no. 2, pp. 86–102, Aug. 2011, doi: 10.1007/s10163-011-0009-x.

[7] A. Aoussat, H. Christofol, and M. Le Coq, 'The new product design - a transverse approach', *Journal of Engineering Design*, vol. 11, no. 4, pp. 399–417, Dec. 2000, doi: 10.1080/09544820010000971.

[8] G. Altshuller, *The innovation algorithm: TRIZ, systematic innovation and technical creativity*. Technical innovation center, Inc., 1999.

[9] J. Hirtz, R. B. Stone, D. A. McAdams, S. Szykman, and K. L. Wood, 'A functional basis for engineering design: Reconciling and evolving previous efforts', *Res Eng Design*, vol. 13, no. 2, pp. 65–82, Mar. 2002, doi: 10.1007/s00163-001-0008-3.

# Développement d'une chaine logistique d'hydrogène en Corse : approche d'optimisation multi-critères

Tchougoune Moustapha Mai[1,*], Catherine Azzaro-Pantel[2] , Christian Cristofari[1]
moustapha-mai_m@univ-corse.fr catherine.azzaropantel@toulouse-inp.fr cristofari_c@univ-corse.fr

[1] Centre de recherche Georges Peri, Université de Corse, Laboratoire Science Pour l'Environnement, Route des Sanguinaires, 20000 Ajaccio, France

[2] Laboratoire de Génie Chimique, Université de Toulouse, CNRS, INPT, UPS, France

**Thèmes** –*Énergie - Environnement*

**Résumé** – *Les territoires insulaires ne sont pas ou très peu connectés au réseau électrique continental, et doivent gérer leur propre approvisionnement énergétique, afin d'équilibrer la production et la demande notamment d'électricité. Cela implique un coût beaucoup plus élevé que dans d'autres régions, donnant ainsi l'ouverture a des réflexions sur d'autres systèmes énergétiques mieux adaptés. À cet égard, l'hydrogène peut être utilisé pour apporter plus de flexibilité au réseau électrique. Grâce à la technologie de l'électrolyse, le surplus d'énergie électrique renouvelable peut être converti en hydrogène pour produire de l'électricité en cas de besoin ou pour fournir un carburant à très faible teneur en dioxyde de carbone (CO2).*

*Cette étude a pour but de proposer un cadre méthodologique permettant, de déterminer une chaîne logistique optimale d'hydrogène dans un territoire donné (ici le cas de la Corse) en utilisant une approche géo-spatiale et multi-période. Ce cadre d'étude permet à cet effet de déterminer le nombre, la taille, le type de technologie et la localisation des unités de la chaîne logistique en utilisant une approche de Programmation Linéaire en Nombres Entiers (PLNE) et un Système d'Information Géographique (SIG).*

**Mots-Clés** – *Energie renouvelable, Hydrogène, carburant alternatif, Optimisation mathématique, Chaine logistique, mobilité, SIG, Corse.*

**Section(s) CNU pour cet article** – *62*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e)** –*NON*

## 1 Introduction

L'urgence contre le changement climatique a stimulé un intérêt croissant dans le transfert des investissements des énergies fossiles vers les énergies renouvelables. Dans ces territoires isolés, l'impact du prix du combustible fossile sur le prix final de l'électricité est encore plus élevé en raison de son transport vers ces sites et du coût de gestion des réseaux électriques (qui sont très peu stables) [1]. L'intégration massive des énergies renouvelables (EnR) sur les réseaux des petites îles pourrait encore augmenter les perturbations entre la production et la demande en raison de leur intermittence. Dans ce contexte, l'hydrogène peut être considéré comme un "vecteur énergétique", et jouer un rôle majeur dans la décarbonisation, s'il est généré par électrolyse en utilisant le surplus d'énergie renouvelable [2]. En raison de la capacité actuelle de demande d'hydrogène, les investissements actuels restent encore trop risqués pour une production d'« hydrogène vert » à grande échelle, ce qui pourrait éventuellement réduire les coûts de production, un paradoxe souvent qualifié du « paradoxe de l'œuf et de la poule ».

L'objectif de ce travail est de déterminer la configuration optimale qui représente un système logistique d'hydrogène de manière intégrée dans un territoire isolé, ici le cas de la Corse. La formulation est basée sur une approche de PLNE. La valeur ajoutée proposée par ce travail consiste à étendre ce cadre à la conception et la planification combinées sur une courte période en utilisant les fluctuations mensuelles de la demande en hydrogène en fonction de la consommation de carburant du territoire.

## 2 Méthodologie

Le cadre méthodologique utilisé dans ces travaux, pour la conception et l'exploitation d'une chaine logistique d'hydrogène, est défini suivant une approche géo-spatiale et multi-période afin de fournir le profil de demande d'hydrogène d'une zone géographique donnée. Le problème d'optimisation est formulé sous la forme d'un modèle de Programmation Linéaire en Nombre Entiers (PLNE) à l'aide du logiciel d'optimisation GAMS® sous le solveur CPLEX 12 [3]. Trois objectifs d'optimisation sont considérés dans cette étude : un critère économique qui consiste à minimiser le coût total du réseau, à la fois en termes de dépenses d'investissement et d'exploitation, un critère environnemental lié aux émissions de gaz à effet de serre (GES) de la chaîne logistique et un indice de risque soumis à : l'offre, la demande, la conservation de la masse et la performance technique. Un ensemble de paramètres technico-économiques est pris en compte notamment les moyens de production, de stockage, de transport, et de distribution, l'emplacements possibles de ces unités, le type de sources d'énergie disponibles, les caractéristiques techniques (efficacité, capacité, durée de vie, facteurs de charge, …), les émissions de GES de toutes ces technologies et leurs coûts associés. Plusieurs contraintes technico-économiques sont introduites dans le modèle. Elles sont formées par les variables continues, entières et binaires. Le modèle propose ensuite comme résultat une configuration optimale de la chaine logistique d'hydrogène (HSC) qui prend en compte toutes les contraintes introduites suivant l'objectif choisi. La figure 1 suivante donne une vue d'ensemble sur la démarche systémique de cette méthodologie.

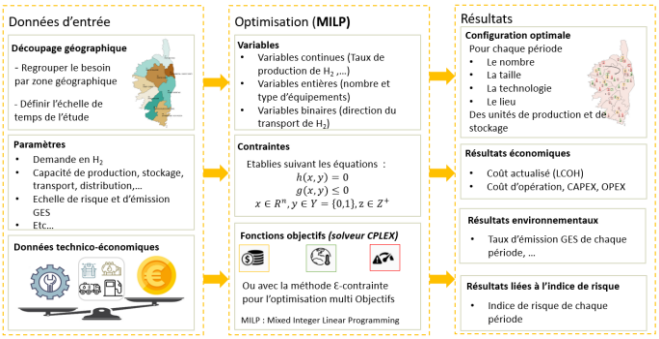



Figure 1 – Processus méthodologique

## 3 Cas d'étude : Chaine d'hydrogène en Corse

Cette méthodologie a été appliquée à l'île de Corse. Le territoire est divisé en 9 localités qui correspondent aux collectivités territoriales. Chaque localité se voit attribuer une demande d'hydrogène différente en fonction de la concentration de population, de la consommation de carburant et de la densité touristique. Cette demande est ensuite repartie de manière saisonnière pour l'horizon de temps 2030, en considérant les projections démographiques et énergétiques de l'île [3]. Trois types de technologies d'électrolyseurs sont utilisés, à savoir l'électrolyse alcaline, l'électrolyse à membrane échangeuse de protons (PEM) et l'électrolyse à oxyde solide (SOEC). Chaque technologie d'électrolyseur est disponible en quatre tailles (mini : 300 KW, petit : 1000 KW, moyen : 2500 KW et grand : 5000 KW). Les unités de stockage et de livraison sont également proposées en quatre tailles différentes.

L'hydrogène est produit à 30 bars et stocké dans un réservoir à basse pression pour servir de réserve en cas de panne. Lorsque la production d'hydrogène dépasse les besoins locaux d'une zone donnée, il est transporté par camion-citerne à 300-350 bars vers une autre zone où la production est insuffisante. La figure 2 illustre cette gestion de la chaîne d'approvisionnement en hydrogène.

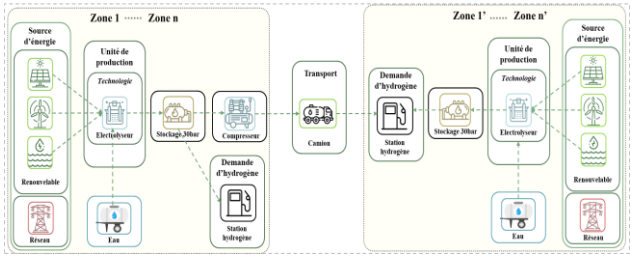



Figure 2 – chaîne d'approvisionnement d'hydrogène en Corse

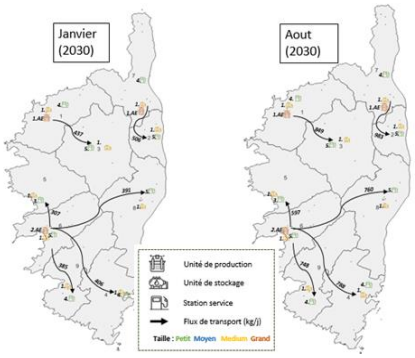



Figure 2 – Scenario de HSC de la Corse

## 4 Résultats

Le tableau 1 présente les valeurs des principaux indicateurs pour chaque optimisation à objectif unique. Le coût moyen du système, qui comprend les coûts d'investissement et de maintenance, est le plus élevé (plus de 2000 k€/jour) lorsque l'objectif est de minimiser l'indice de risque. Aussi, dans ce scenario le modèle évite autant que possible d'introduire des unités de transport dans la matrice (soit 2 unités de transport dans la configuration où l'objectif de risque est retenu, contre 6 unités de transport dans la configuration où c'est l'objectif de coût qui est utilisé). Par conséquent, la configuration basée sur l'indice de risque, surdimensionne le système de production dans chaque zone et augmente les unités de stockage en conséquence, ce qui engendre des fortes émissions de GES, 101 gCO2eq/kWh pour scénario.

En fixant comme objectif, le minimum d'émissions de GES, l'indice de risque du système devient le plus élevé (208) avec la mise en place d'unités de production et de stockage de petite et moyenne taille (plutôt que de moyenne ou grande taille), pour cette configuration par rapport aux configurations basées sur l'objectif coût et de risque. Ce choix diminue pourtant le taux d'émission de GES global du système qui est d'environ 33 gCO2eq/kWh mais augmente significativement le niveau de risque total en raison de la forte densité des unités à installer.

Le coût actualisé de production d'hydrogène (LCOH) obtenu lorsqu'on minimise le coût du système est de 6,13 €/kg.

Table 1 – titre de la table

| Les fonctions objectives | Coût total du système (k€/jour) | Facteur environnemental (gCO2eq/kWh) | Facteur Risque | LCOH (€/kg) |
|---|---|---|---|---|
| Objectif Coût | **61,4** | 40.45 | 80 | 6,13 |
| Objectif émissions GES | 475,3 | **33.82** | 208 | 43.4 |
| Objectif risque | 2024,5 | 101.18 | **40** | 138 |

Les configurations optimales de la chaine logistique d'hydrogène sont présentées au niveau de la figure 2. Elles indiquent le nombre, la taille et la technologie des équipements de production, de stockage et de distribution ainsi que la quantité et la direction des unités de transport entre les zones. Globalement, on constate que la quantité de flux importés a presque doublé de Janvier à Août, ce qui correspondent respectivement à la saison de basse et haute demande, elle-même directement corrélée avec l'activité touristique. La quantité d'importation de la zone 6 vers la zone 5, passe par exemple de 391 kg/jour en Janvier 2030 à 760 kg/jour en Août 2030.

## 5 Conclusion

Cette étude présente un cadre méthodologique permettant de déterminer une configuration optimale de la chaine logistique d'hydrogène en Corse en tenant compte des variations mensuelles de la demande d'hydrogène à l'horizon 2030. Trois critères mono-objectifs notamment le coût du système, les émissions de gaz à effet de serre et l'indice de risque de l'installation ont été étudié. L'originalité de cette étude consiste en sa capacité à croiser des résultats périodiques suivant une simulation mathématique multi périodes et la représentation géo-spatiale de ces résultats sur la Corse. Cette approche peut être utilisée pour étudier les mécanismes d'incitation et de soutien politique appropriés pour lancer l'économie de l'hydrogène dans les territoires isolés.

## Références

[1]J. Lamas, "Energy supply in isolated areas: an outline of the current situation and the potential of hydrogen technologies for distributed power generation," Global Resource Management, vol. 2, pp. 31–53, Mar. 2016.

[2]G. Krajačić, R. Martins, A. Busuttil, N. Duić, and M. da Graça Carvalho, "Hydrogen as an energy vector in the islands' energy supply," International Journal of Hydrogen Energy, vol. 33, no. 4, pp. 1091–1103, Feb. 2008, doi: 10.1016/j.ijhydene.2007.12.025.

[3]Moustapha Mai T., Cristofari C., Azzaro-Pantel.C, and Carrera E., "Renewable hydrogen supply chain for transport application in Corsica island," in Computer Aided Chemical Engineering, vol. 51, Ludovic MONTASTRUC and Stephane NEGNY, Eds. Elsevier, 2022, pp. 885–900. doi: 10.1016/B978-0-323-95879-0.50150-8.

# TECH'NOMAD
# Permis de médiation scientifique et technologique

Nadine Allanic[1,*] Christophe Plot[1] Pierre Mousseau[1]

nadine.allanic@univ-nantes.fr christophe.plot@univ-nantes.fr pierre.mousseau@univ-nantes.fr

Quentin Gaillard Isabelle Petit[1]

quentin.gaillard@univ-nantes.fr isabelle.petit@univ-nantes.fr

[1] IUT de Nantes, Nantes Université

**Thèmes –** *Autre*

**Résumé –** *Le Tech'nomad est une structure collaborative de médiation scientifique et technologique portée par l'IUT de Nantes et la mission CSTI de Nantes Université. Physiquement, c'est un bus aménagé en 4 ateliers permettant un circuit d'animations scientifiques autour d'objets technologiques. Son design le rend attractif, et son côté itinérant permet d'atteindre des zones éloignées géographiquement de l'université. Méthodologiquement, c'est une ressource combinant un produit et un service, qui permet d'éveiller et d'éclairer la curiosité naturelle des jeunes enfants et plus critique du grand public. Le Tech'nomad a vocation à se déployer en Région Pays de La Loire et à essaimer à plus grande échelle. Aussi et afin d'échanger avec le réseau des IUT, ce papier présente un premier bilan des sorties réalisées avec le Tech'nomad depuis l'inauguration le 14 décembre 2023. Il discute de la place des enseignant.e.s-chercheur.e.s dans ce projet de médiation et présente les perspectives à court et moyen termes.*

**Mots-Clés –** *médiation, sciences et société, culture scientifique, technique et industrielle (CSTI)*

**Section(s) CNU pour cet article –** *pas de section spécifique*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Introduction

A l'heure où le monde de l'enseignement et de la recherche se questionne de plus en plus sur les liens entre sciences et société, les dispositifs qui visent à inciter les enseignant.e.s-chercheur.s.es à vulgariser et à rendre leurs travaux accessibles à toutes et à tous tendent à se multiplier. Les projets ou évènements de médiation scientifique qui mobilisent beaucoup de chercheur.s.es. de l'université, sont souvent de courte durée (fête de la science, nuit des chercheurs, dispositif Declics,…). Si un investissement plus conséquent est nécessaire, ce sont souvent les mêmes quelques un.e.s déjà passionné.e.s qui se montrent moteurs. Le manque de temps, d'intérêt ou bien de savoir-faire et de compétences pour s'adapter à un public différent sont un frein.

La diffusion de la culture scientifique et technique (CSTI) fait partie des missions écrites dans les statuts des enseignants-chercheur.s.es. Alors, quels leviers est-il possible aujourd'hui d'activer dans nos IUT et universités pour permettre à des projets de médiation scientifique de taille « poids lourds » de se développer et de devenir robuste ?

## 2 Retour d'expériences sur le Tech'nomad

Le Tech'nomad est l'un de ces projets par essence, puisqu'il s'agit d'un bus équipé d'objets technologiques nécessitant un permis C pour le conduire (Figure 1). Il permet de se déplacer dans des zones éloignées des centres urbains pour proposer des animations de découverte scientifique soit en milieu scolaire (cycle 3) soit auprès du grand public.

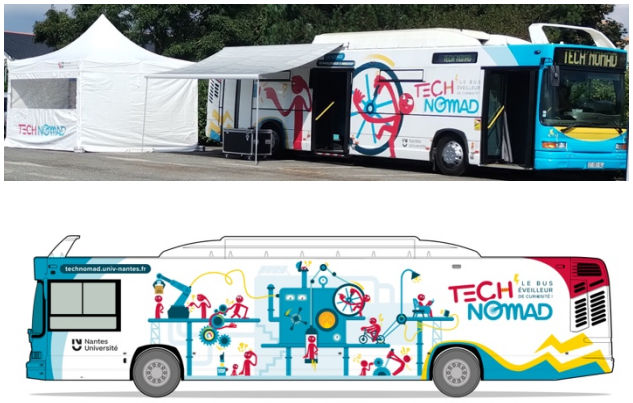



Figure 1 –Tech'nomad (a) photo côté portes du bus (b) esquisse graphique côté fenêtre conducteur représentant le contenu des ateliers

### 2.1 Phase de mise en place

La genèse, la phase d'amorçage de ce projet a été présentée lors du CNR IUT 2022 [1].

L'ensemble des verrous qui y étaient évoqués, liés notamment au financement de la mise en place du projet (245k€), à la création de partenariats solides, en priorité ici avec la SEMITAN (société gérante des transports urbains de Nantes), à la réalisation d'objets technologiques associés et à la création de scénarios pédagogiques adaptés ont pu être levés. 4 ateliers sont présents et en constante amélioration (3 dans le bus et 1 à l'extérieur sous le barnum). Une animation graphique non genrée et ludique autour de personnages appelés les « bidulos » a aussi été pensée et déclinée sur chaque atelier et support de communication.

### 2.2 Bilan des premières sorties

Sur le premier semestre 2024, 17 sorties du Tech'nomad ont été organisées. 15 sorties ont été réalisées en écoles primaires dans des classes avec des enfants de CM2 majoritairement et en moindre mesure de CM1. Sur une journée, deux classes participent à l'aventure Tech'nomad sur un temps d'activités de 1h30. La figure 2 illustre quelques-unes d'entre elles et permet de visualiser les ateliers réalisés sur le thème de l'énergie-mouvement-mobilité. Pour plus de détail, le lecteur pourra se référer aux deux reportages qui ont été réalisés par France télévisions et qui sont disponibles en ligne [2].

Figure 2 – Immersion dans les ateliers du Tech'nomad

Les écoles se trouvaient en moyenne à 20 km de l'IUT (lieu de stationnement du Tech'nomad) et pour les plus éloignées à 40 km.

Un collectif de 17 scientifiques a assuré les animations des ateliers répartis en 6 enseignants-chercheurs, 1

ingénieur de recherche, 1 technicien, 2 médiateurs scientifiques, 6 dotorant.e.s. Les doctorant.e.s ont participé dans le cadre d'un module d'écoles doctorales rattachées à Nantes Université qui a été spécifiquement créé pour compléter un parcours de formation sur la diffusion de la culture scientifique.

Deux sorties ont quant à elles été réalisées sur sollicitation de la métropole pour des évènements de sensibilisation à l'énergie et environnement.

Au total, c'est 1000 visiteurs qui ont déjà été accueillis sur les premiers mois de déploiement du Tech'nomad. Ce chiffre pour être représentatif peut être comparé à quelques rares dispositifs itinérants de science identifiés en amont de ce projet :

- Le *Scientibus* [3] porté par l'Université de Limoges : 3000 visiteurs par an
- Le *Laborabus* [4] un camion appartenant à l'association Maine Sciences (Sarthe) : 620 élèves en 2023
- Le *Labomobils* [5] de l'association ÉbulliScience (Auvergne Rhône-Alpes) qui a réalisé 97 interventions en 2023 (nombre de visiteurs non précisé dans le rapport d'activité)

A titre de comparaison aussi, citons le dispositif *médiation hors les murs* [5] de l'espace des sciences à Rennes qui a permis à 3600 collégiens de découvrir en classe des maquettes itinérantes sur un thème scientifique.

C'est donc un bilan de médiation et de rencontre de son public tout à fait honorable qui est présenté sur le démarrage du Tech'nomad avec en plus un très bon retour de satisfaction des établissements scolaires.

Le dispositif a également été présenté à la conférence des directeurs d'unité de recherche de Nantes Université, et lors de trois journées scientifiques dédiées à la recherche ou à l'innovation dont Nantes Université étaient organisateurs ou partenaires.

## 3 Enjeux et orientations futures.

La dynamique est belle et bien présente mais les enjeux sont importants pour rendre ce projet robuste. Comme l'exprimait Marchal-Gaillard sur un dispositif de médiation sciences et art, il ne suffit pas de mettre en contact le public avec des objets pour que l'appropriation la rencontre et la médiation de deux mondes se fassent [7]. Les enjeux sont plus forts. Pour le Tech'nomad, il s'agit de :

**Pérenniser** : mettre en place les conditions nécessaires pour que le projet puisse durer dans le temps. Evaluer la satisfaction des parties prenantes, l'impact du projet

**Diversifier** : développer des actions complémentaires qui permettent de toucher un public plus large, de traiter d'autres enjeux, d'aborder d'autres questions de société

**Créer** : Innover pour maintenir la dynamique et favoriser la prise d'initiatives

**Ouvrir** : enrichir le projet en l'ouvrant à d'autres acteurs internes et externes à l'université et de sensibilités différentes.

C'est effectivement en maintenant la capacité à créer et innover des équipes que les perspectives sont pensées dans ce projet pour le pérenniser le diversifier.

Parmi les exemples, nous pouvons citer la volonté de :
1) Rendre les enfants acteurs de la diffusion et devenir « observacteurs » : former les enfants à l'animation des ateliers pour une restitution à leurs parents ; équiper le Technomad d'une radio, élément technologique passionnant supplémentaire et vecteur de diffusion par les enfants au grand public.
2) Adapter le format au grand public en mode déambulation pour accentuer la déconstruction des idées reçues scientifiques
3) Faire évoluer l'atelier vidéo présent dans le bus vers l'histoire des technologies par le prisme des publicités et étudier la place des femmes dans l'évolution technologique
4) Réaliser des objets technologiques à partir de la déclinaison de travaux de recherche nécessitant une appropriation forte des équipes recherche des enjeux de médiation technologique.

## 4 Conclusions

Lors de l'atelier du CNR IUT 2024 sur les liens entre Recherche, transfert technologique, innovation et monde socio-économique, les participants avaient conclu en la force des IUT à s'adapter au niveau de connaissances et d'expertise de nos partenaires, à créer et grader un continuum de connaissances qui ne dissocie pas enseignement et recherche et s'appuie sur un collectif enseignant, enseignant-chercheur et personnels supports. C'est cette capacité à innover et dynamiser dans un lien de proximité avec la société qui se retrouve aussi pleinement dans la structure collaborative Tech'nomad.

## Références


[1] Allanic Nadine, Plot Christophe, Mousseau Pierre, *Tech'nnomad : Construction d'un projet de médiation technologique*, CNRIUT 2022, Roanne, 9-10 juin 2022.

[2] https://iutnantes.univ-nantes.fr/la-recherche/technomad

[3] https://scientibus.unilim.fr/

[4] https://maine-sciences.org/ressources/laborabus/

[5] https://www.ebulliscience.com/ecole-labomobils/

[6] https://www.espace-sciences.org/

[7] Marchal-Gaillard Valérie, Jarak Diego, Hunaut Arthur, Médiation scientifique et artistique grâce à un musée universitaire itinérant : retour d'expérience, Telling Science Drawing Science, Angoulême, 27-29 novembre 2024.

# Compréhension des mécanismes sensoriels et neuronaux impliqués lors de la prise alimentaire chez les canards

Marie Lasserre[1*] marilasserre@univ-pau.fr
Cécile Heraud[2] cecile.heraud@inrae.fr
Laura-Lou Zwick[1] llzwick@univ-pau.fr
Karel Sasso[1] karel.sasso@etud.univ-pau.fr
Marianne Houssier[1] marianne.houssier@univ-pau.fr
Stéphane Panserat[2] stephane.panserat@inrae.fr
Jérôme Roy[2] jerome.roy@inrae.fr
Karine Gontier[1*] karine.gontier@univ-pau.fr

[1] IUT des Pays de l'Adour, UPPA
UMR NuMeA 1419 INRAe-UPPA

[2] INRAE, Aquapôle, UMR NuMeA1419 INRAe-UPPA

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Biologie - Environnement*

**Résumé –** *La production de foie gras implique le gavage, pratique controversée au niveau sociétal. Une alternative serait d'orienter les canards vers une hyperphagie volontaire. Cependant, peu de données existent sur les mécanismes impliqués dans la détection de l'aliment et la régulation de leur comportement alimentaire. Afin d'analyser la perception de la nourriture par le système gustatif ainsi que sa réponse intégrée au niveau cérébral, des cinétiques postprandiales ont été réalisées sur des mulard nourris et à jeun. Des prélèvements de sang, langues, mandibules, palais et cerveaux ont été réalisés. Des indicateurs d'absorption des nutriments (glucose, triglycérides, acides gras libres) et des monoamines (MAs) plasmatiques (sérotonine 5-HT, dopamine DA, nor/épinéphrine NE, E, par HPLC) ont été analysés. Des mesures d'expression de gènes sont réalisées pour identifier les récepteurs gustatifs (TRs) impliqués ainsi que leur voie de signalisation. Les mesures de la réponse intégrée cérébrale sont effectuées par qPCR et HPLC (neuropeptides NPs, 5-HT, DA). Les premiers résultats montrent un effet significatif du repas sur les concentrations de MAs qui souligne l'effet métabolique de la prise alimentaire. Les analyses en cours préciseront le rôle des MAs dans le cerveau. Les données sur l'expression des TRs et des NPs lors d'une prise alimentaire ou d'un jeûne fourniront une vue globale des mécanismes impliqués de la perception sensorielle à l'intégration cérébrale.*

**Mots-Clés –** *Prise alimentaire, Système gustatif, Intégration cérébrale, Canard mulard*

**Section(s) CNU pour cet article –** *CNU 66 (Physiologie)*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *OUI*

## 1 Introduction

Le foie gras est actuellement obtenu par la pratique du gavage, une méthode controversée qui suscite des débats sociétaux et nécessite des alternatives durables. Parmi les facteurs influençant son développement, l'hyperphagie volontaire joue un rôle clé. Ce comportement, défini par une ingestion massive d'aliments en une courte période, implique la prise alimentaire. Il est donc important de comprendre les mécanismes impliqués dans la détection et la régulation de la prise alimentaire chez les canards. Cette régulation est complexe [1]. Elle dépend d'une étroite relation entre les tissus périphériques et le système nerveux central, en particulier l'hypothalamus [2]. D'autres systèmes, dont sensoriels, ont un rôle clé, notamment le système gustatif, fortement impliqué dans notre appréciation et l'ingestion des aliments.

Alors que de nombreuses études ont déjà été réalisées sur le poulet et démontrent sa capacité de détection des nutriments [3], très peu de données sont retrouvées chez le canard, ce qui met en évidence un manque crucial de connaissances. L'objectif de cette étude est donc d'apporter de nouvelles données qui nous permettront de caractériser la voie de détection des nutriments jusqu'à l'intégration cérébrale chez le canard afin de pouvoir induire *in fine* une hyperphagie volontaire en influençant les mécanismes impliqués dans la prise alimentaire.

## 2 Matériel et méthodes

Cette étude a été réalisée sur 360 canards mulard mâles élevés à l'AVIPOLE INRAE 0089. Des cinétiques post-prandiales (0, 20mn, 2h, 6h et 12h) ont été réalisées à 4 semaines (aliment de démarrage PAG1301 fournissant 17,5% protéines brutes (PB) et 2800 kcal/kg, distribué *ad libitum*) et 10 semaines (aliment de croissance / finition PAG1320, 15% PB, 2849 kcal/kg, distribué *ad libitum*). Parallèlement, des lots d'animaux restés à jeun ont été prélevés aux même temps (groupes témoins).

Des prélèvements de sang, langues, palais, mandibules inférieures et cerveaux ont été réalisés à chaque point (n=10). Pour cela, les canards ont été abattus par électronarcose puis exsanguination à la station expérimentale (accréditation B40-037-1) conformément à la législation nationale relative au soin des animaux du ministère français de la recherche (arrêté n° 2013-118, 1er février 2013) et conformément aux cadres juridiques de l'Union Européenne relatifs à la protection des animaux utilisés à des fins scientifiques (Directive 2010/63/UE). La glycémie, la triglycéridémie et les acides gras libres (AGL) plasmatiques ont été dosés. Des mesures des expressions relatives géniques (qPCR) sont réalisées afin d'identifier les récepteurs sensoriels aux nutriments (FFAR, CD36, T1R1, T1R3, T2R…) et aux saveurs (OTOP1…) ainsi que leur voie de signalisation calcique, marqueur de leur activation par un nutriment (ORAI, STIM, IP3R, SERCA). Des mesures de la réponse intégrée au niveau cérébral (hypothalamus) sont réalisées par qPCR (neuropeptide alimentaire : NPY, POMC, CART, AGRP, MC4R) et par dosage de protéines en HPLC-FL (voie de la sérotonine : 5-HT, de la dopamine : L-DOPA, DA, NE, E). Des Anova 2 voies suivies de tests de Tukey ont été réalisées à l'aide du logiciel R Studio.

## 3 Résultats et discussion

### 3.1 Indicateurs d'absorption de nutriments

La glycémie, triglycéridémie et taux d'AGL plasmatiques nous ont permis de vérifier le respect de nos conditions expérimentales, notamment la prise alimentaire.

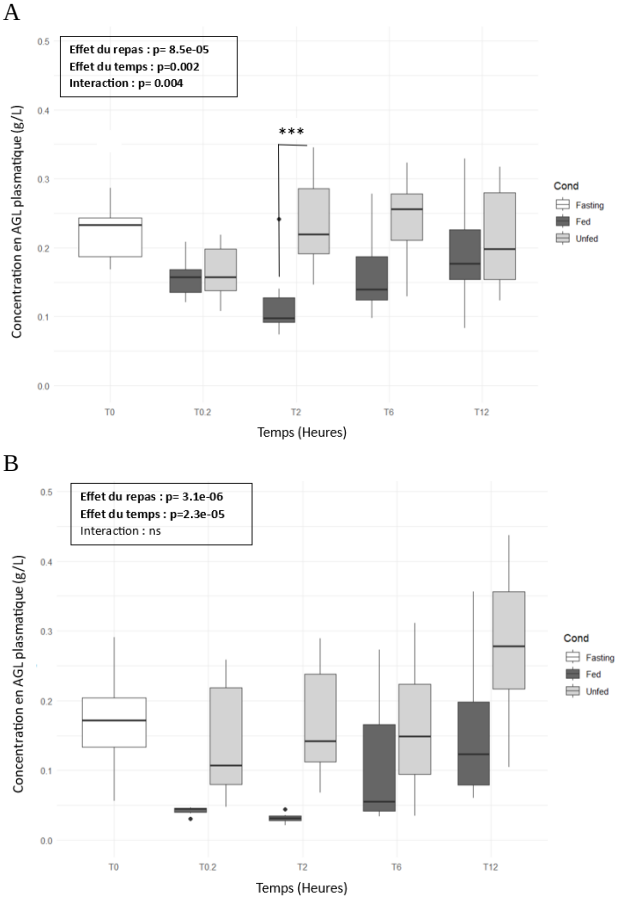



Figure 1 - Concentrations en AGL plasmatiques à 4 (A) et 10 (B) semaines

Le dosage des AGL plasmatiques apparait comme un excellent indicateur de jeûne. En effet, les canards restés à jeun dégradent les triglycérides stockés dans leurs tissus adipeux libérant ainsi les AGL dans le plasma [4]. Ceci est observé dans nos groupes témoins, restés à jeun, qui présentent une concentration en AGL significativement plus élevée que nos groupes nourris (Fig. 1). Ces résultats confirment que nos conditions ont été respectées.

### 3.2 Impact de la prise alimentaire sur les monoamines plasmatiques

Les monoamines plasmatiques (5-HT, L-DOPA, NE et E) ont été quantifiées afin d'évaluer l'impact de la prise alimentaire sur leurs concentrations. Ces métabolites jouent un rôle essentiel. En effet, la sérotonine est souvent liée à la régulation du comportement alimentaire (sensation hédonique, envie de manger) et à la sensation de satiété ; la dopamine, quant à elle, est essentielle dans le système de récompense, affectant la motivation à manger [5]. La dopamine responsable de cet effet est synthétisée directement au niveau cérébral après réception du message nerveux induit par stimulation des récepteurs gustatifs et ne peut pas traverser la barrière hémato-encéphalique (analyses en cours). Nous avons donc mesuré l'un de ses précurseurs dans le plasma : la L-DOPA (synthétisée à partir de la tyrosine circulante), ainsi que la sérotonine (5-HT, synthétisée à partir du tryptophane). Nos données (Fig. 2) montrent que leurs concentrations respectives sont significativement plus élevées chez les canards nourris.

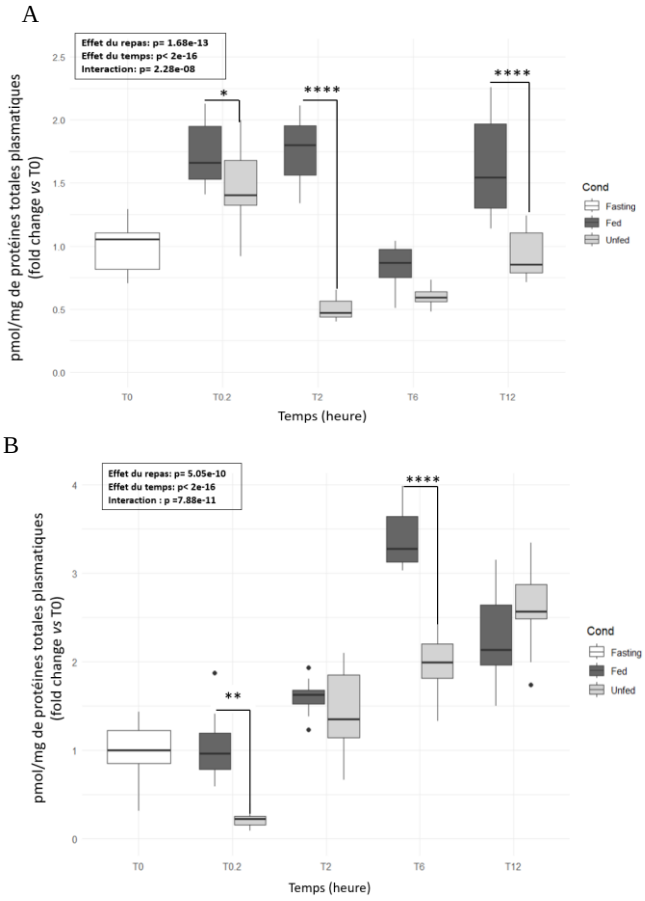



Figure 2 – Concentrations plasmatiques en L-DOPA à 4 semaines (A) et en 5-HT à 10 semaines (B)

Ces résultats s'expliquent par l'ingestion de leurs précurseurs (tryptophane et tyrosine) [6]. La sérotonine, quant à elle, jouant un rôle important dans la régulation des fonctions gastro-intestinales, notamment la motilité, la sécrétion et l'appétit, justifie sa concentration plus élevée après un repas [7].

## 4 Conclusions

Les premiers résultats des dosages plasmatiques confirment les conditions du protocole expérimental (non nourris *vs* nourris). Un effet significatif du repas sur les concentrations des monoamines circulantes souligne l'impact métabolique de la prise alimentaire. Les analyses en cours pourraient révéler des effets spécifiques des monoamines dans le cerveau, où ils ont un rôle clé dans la régulation du comportement alimentaire. Les données à venir sur l'expression des récepteurs gustatifs et des neuropeptides cérébraux fourniront une vue globale, de la perception sensorielle jusqu'à l'intégration de la réponse au niveau cérébral.

## 5 Remerciements

Nous remercions l'ensemble du personnel de l'Avipôle pour les soins portés aux animaux et leur aide durant toute la durée de l'expérimentation.

## Références

[1] D. M. Denbow and M. A. Cline, "Food intake regulation," in *Sturkie's Avian Physiology*, 7th ed., C. G. Scanes, S. Dridi, 2022, pp. 401–417.

[2] Gatta-Cherifi, B., "Neurobiology of food intake," *Médecine des maladies Métaboliques*, vol. 6, no. 2, pp. 115-119, 2012.

[3] Moran, E. T., and H. L. Stilborn, "Effect of glutamic acid on broilers given submarginal crude protein with adequate essential amino acids using feeds high and low in potassium," *Poult. Sci.*, vol. 75, pp. 120–129, 1996.

[4] Xiao, Y., Wang, G., Shipp, S., Cline, M. A., & Gilbert, E. R., "Short communication: Short-term fasting and refeeding induced changes in subcutaneous adipose tissue physiology in 7-day old Japanese quail," *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, vol. 244, p. 110687, 2020.

[5] Y. Badakhshan, L. Emadi, S. Esmaeili-Mahani, and S. Nazifi, "The effect of L-tryptophan on the food intake, rectal temperature, and blood metabolic parameters of 7-day-old chicks during feeding, fasting, and acute heat stress," *Iranian Journal of Veterinary Research*, vol. 22, pp.55–64, 2021.

[6] A. Gasmi, A. Nasreen, A. Menzel, A. Gasmi Benahmed, L. Pivina, S. Noor, M. Peana, S. Chirumbolo, and G. Bjørklund, "Neurotransmitters Regulation and Food Intake: The Role of Dietary Sources in Neurotransmission," *Molecules*, vol. 28, no. 1, p. 210, Jan. 2023.

[7] A. Sikander, S. V. Rana, and K. K. Prasad, "Role of serotonin in gastrointestinal motility and irritable bowel syndrome," *J. Clin. Gastroenterol.*, vol. 43, no. 3, pp. 203-208, May 2009.

# Variabilité invariabilité des pratiques effectives de recrutement des étudiants néo-entrants en IUT

Laurent Milland[1,*]
laurent.milland@univ-poitiers.fr

Antonietta Specogna[2,*]
antonietta.specogna@univ-lorraine.fr

[1] IUT de Poitiers-Niort-Châtellerault
Laboratoire CeRCA - UMR CNRS 7295

[2] IUT Thionville-Yutz
Laboratoire 2LPN, UR 7589

**Thèmes –** SHS

**Résumé –** En France, les IUT sélectionnent les futurs étudiants pour participer aux différentes formations qu'ils proposent. Pour cela, le recrutement des étudiants néo-entrants en IUT s'effectue au départ par le dépôt de dossier sur la plateforme parcoursup et ensuite par une analyse des dossiers de candidature réalisée par les équipes pédagogiques des différents départements de spécialités. Une première analyse quantitative, des critères généraux d'examen des vœux (CGEV) [1] a permis de montrer de manière globale quels sont les critères centraux pour les IUT et ainsi voir ce qui est davantage partagé, les supports utilisés, les critères attendus par filière production ou service… Pour compléter ces éléments quantitatifs l'objet de la communication sera ici de montrer les pratiques effectives des équipes pédagogiques. Pour cela ont été menés des entretiens auprès des chefs de département de différents IUT et de différentes spécialités de formation. Pour en rendre compte, une analyse thématique est réalisée en vue de voir comment les équipes mobilisent les CGEV et comment elles s'organisent dans la tâche qui leur est allouée.

**Mots-Clés –** Critères de sélection, pratiques de recrutements, pratiques effectives.

**Section(s) CNU pour cet article –** 16

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** ~~OUI /~~ NON

## 1 Introduction

A l'issue du baccalauréat, les lycéens qui souhaitent poursuivre leurs études en enseignement supérieur déposent leur dossier de candidature sua la plateforme dédiée « Parcoursup ».

En IUT, l'entrée dans les formations proposées est sélective et sont alors émis des critères généraux d'examens des vœux (CGEV) par les différents IUT sur la plateforme parcoursup.

Une première étape de la recherche quant aux pratiques de recrutements des étudiants néo-entrants en IUT a été présentée lors du CNR IUT de 2023. Les CGEV ont alors fait l'objet d'une analyse cognitive du discours [1]. Pour ce faire, nous avons procédé à une analyse textuelle automatisée sur des corpus textuels numérisés via Alceste [2] [3] et son application IRaMuTeQ [4] [5].

## 2 Contexte de la recherche

L'objet de la recherche est d'interroger les pratiques de recrutement des candidats néo-entrants en formation de Bachelor Universitaire de technologie (B.U.T.).

Pour en rendre compte en première étape, il a été procédé à une analyse globale des CGEV en 5 critères :

- résultats académiques,
- compétences académiques, acquis méthodologiques, savoir-faire,
- savoir-être,
- engagements, activités et centres d'intérêt, réalisations péri ou extra-scolaires,
- motivation, connaissance de la formation, cohérence du projet.

Ces 5 critères étaient complétés de 3 variables exploratoires : ville de l'IUT, domaine Production ou Service, spécialité.

Ces premières analyses sur un corpus issu des 944 formations portées par le réseau des IUT ont permis de faire émerger les critères de pilotage du recrutement mis en œuvre par les IUT et de voir si ce qui est prépondérant est partagé ou non dans la communauté des IUT.

De façon systématique il a été procédé à une analyse macro des 5 critères énoncés complétée par une classification descendante hiérarchique, une analyse factorielle des correspondances (AFC) et une AFC pour les variables complémentaires

Partant de ces résultats, les travaux de recherche sont complétés par une phase qualitative via des entretiens menés auprès des chefs de département et ce, en vue de rendre compte des pratiques effectives de recrutement et ainsi de voir comment elles mobilisent les CGEV et comment elles s'organisent.

## 3 Cadre théorique et méthodologique de la recherche

Les résultats obtenus par l'analyse quantitative des pratiques de recrutement via l'analyse du discours des CGEV ont montré les choix effectués par les IUT afin de piloter le recrutement des néo-entrants. Pour autant, ils ne permettent pas d'appréhender les pratiques effectives en vue d'en extraire l'agir et les représentations qui amènent cet agir chez les opérateurs qui participent à l'analyse des dossiers de candidature. Aussi, nous faisons le choix de questionner les représentations des opérateurs que sont les chefs de département des différentes spécialités de B.U.T. au travers des déclarations énoncées lors de la menée d'entretiens compréhensifs. Le cadre théorique est celui de la psychologie sociale qui permet d'appréhender dans le dire comme dans l'agir les représentations des opérateurs [4].

Pour rappel, les données quantitatives ont mis en évidence le fait que pour la quasi-totalité des IUT et des spécialités, les 5 CGEV sont mobilisés dans l'analyse des candidatures. Toutefois, l'introduction de variables complémentaires a montré que lesdits critères n'étaient pas forcément mobilisés de la même manière selon les spécialités ou les domaines.

Ces résultats ont alors conduit à l'élaboration de la trame d'entretien soumise aux chefs de département, sur les axes suivants :

- perception du recrutement par les opérateurs,
- la composition des équipes de recrutement et les directives qui sont attribuées,
- les critères les plus importants dont doit se saisir l'équipe pour sélectionner les candidats retenus,
- la place de la direction d'IUT dans les choix opérés par les chefs de département,
- les critères de sélection entre les dossiers de candidature des bacheliers issus des filières générales et des bacheliers issus des filières technologiques,
- les raisons qui amènent le choix éventuel d'audition des candidats.

12 entretiens de chefs de département ont été réalisés à ce jour. Ils permettent de rendre compte, par le biais d'une analyse thématique [5], de ce qui émerge en termes de variabilité et d'invariabilité [6] quant aux pratiques effectives de recrutement. Les entretiens ont une durée de 30 à 45 minutes. Ils sont tous enregistrés et retranscrits.

L'objectif sera pour cette deuxième phase de nos travaux de voir si les pratiques effectives diffèrent quant aux CGEV.

## 4 Résultats –discussion : analyse thématique des pratiques effectives de recrutement

L'analyse thématique des entretiens met en évidence des indicateurs prélevés dans les dossiers des candidats,

qui sont identiques à ceux énoncés dans les CGEV. Les résultats académiques sont essentiels pour l'ensemble des équipes (corpus CD1).

« On utilise l'aide à la décision, oui, pour cocher en fait dans Parcoursup les moyennes, **les notes qui nous intéressent** et que Parcoursup fasse en fait un premier tri des étudiants en fonction de la **moyenne générale des notes obtenues**. » (corpus CD1)

Toutefois il apparaît indispensable que les différents évaluateurs aient des pratiques homogènes (corpus CD2) dans l'usage de ces critères pour la sélection des dossiers de candidature.

« On a **une réunion ensemble**, (…) c'est **tous les membres de l'équipe** pédagogique et **elle** (la grille d'analyse) se base sur la réussite de nos anciens. » (corpus CD2)

Cependant, ce qui est prélevé et analysé des résultats académiques est différent selon les équipes et les spécialités (Corpus CD3).

« (…) nouveau bac à spécialité, ce serait **injuste** si on ne faisait **que le tri des notes et des moyennes** (…) On peut avoir des jeunes qui ont fait spécifiquement des choix de matières scientifiques, même s'ils ne sont pas brillants (…) qu'ils voulaient faire du HSE (…) peut-être mieux qu'ils aient conservé les maths, la bio, la physique. Et des jeunes qui auront décidé de choisir les matières dans lesquelles ils ont les meilleures notes. **Du coup, on va se retrouver avec peut-être des jeunes très motivés qui réussiraient bien HSE, mais qui ont choisi des spécialités qui les desservent et d'autres qu'ont choisi des spécialités qui les boostent et qui sont peut-être moins motivés**. » (corpus CD3)

La représentation collective est à souligner dans l'extrait de corpus CD3. On peut constater qu'elle est construite à propos des choix de matières scientifiques qui occasionnent une organisation spécifique du travail pour l'équipe (Corpus CD4).

« Donc (…) nous **on remet une note en fonction du choix des spécialités** qui ont été faites par l'étudiant en première et en terminale pour que ceux qui ont choisi les matières scientifiques et qui ne sont pas brillants en sciences ne soient pas défavorisés. » (corpus CD4)

Aussi, si l'importance des résultats académiques n'est pas à discuter, elle est toutefois mise en perspective avec les choix de matières scientifiques effectués par les lycéens afin d'éviter une éventuelle injustice dans le processus de sélection.

On remarque par ailleurs le poids des représentations dans les équipes et le comment elles considèrent les attendus métiers. Ce qui est par ailleurs un des critères de sélection important qui peut amener à une élimination de candidature (corpus CD5) :

« Donc sur les 2 années de première de terminale, s'il **n'a pas** de problème de **bavardage, de comportement**, (…). On va mettre en fait une note. Donc pour nous c'est important cette note là parce que **on forme des responsables sécurité** et faut vraiment qu'ils ont un **comportement exemplaire en entreprise** parce qu'ils vont eux-mêmes servir d'exemple donc il faut vraiment on peut **pas se permettre** d'avoir **des jeunes qui sont dissipés** quoi. » (corpus CD5)

Le processus de sélection se complète par une analyse qualitative de dossier qui renvoie à un autre critère CGEV qui se lit au travers des informations en lien avec comportement et attitude du candidat.

L'engagement des équipes dans la volonté d'atteindre les objectifs prescrits est à souligner notamment dans ce qu'il provoque de spécifique :

« On voulait remettre en place des entretiens, mais l'équipe est très fatiguée (…) on **les remplace par des réunions d'information** (…) pour que les jeunes **sachent bien ce qu'ils vont faire quand ils viendront en GEA** (…) l'organisation, l'obligation d'être en cours (…) matières (…) les ressources, les SAE, (…) **ce qu'on fait concrètement** …Oui alors du coup je sais pas si c'est la résultante ou pas mais (…) j'ai fait du surbooking (…) j'en appelle plus que la capacité 155 au début pour 140 places. 2 mois plus tard on en a encore 154, ça n'est jamais arrivé en 10 ans » (corpus CD6)

Les extraits de corpus identifiés, appuient les CGEV et éclairent l'agir des équipes.
Cet éclairage permet d'identifier l'importance des représentations dans les tâches à réaliser et les différences qui peuvent apparaître par spécialités. Cette variabilité a de fait un impact sur l'organisation du travail pour les équipes.

Ces premiers résultats viennent confirmer que les CGEV ne sont pas de simples déclaratifs [1] mais renvoient bien à des pratiques effectives dans le processus de sélection. Les entretiens menés auprès des chefs de département font émerger les représentations qui guident le processus de sélection et démontrent une complexité que les travaux de recherche en cours visent à rendre compte et à expliciter.

## 5 Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude aux chefs de département des IUT de Besançon, Limousin, Mulhouse, Nouvelle Calédonie et Reims pour avoir contribué aux travaux de recherche et aux différents directrices et directeurs pour avoir autorisé cette menée d'entretiens.

## Références

[1] Ferrari AL, Masselot C, Milland L, Specogna A, (2023) Pratiques de recrutement en formation et critères de sélection : représentations des équipes pédagogiques en IUT – CNR IUT 2023

[2] Reinert, M. (1990). ALCESTE, une méthode d'analyse des données textuelles. Application au texte « Aurelia » de Gerard de Nerval. *Bulletin de méthodologie sociologique, 26*, 25-54.

[3] Reinert, M. (1999). Quelques interrogations à propos de l'objet d'une analyse de discours de type statistique et de la réponse Alceste. *Langage et société, 90*, 57-70.

[4] Kalampalikis, N., & Moscovici, S. (2005). Une approche pragmatique de l'analyse Alceste. Les Cahiers Internationaux de Psychologie Sociale, 66, 15-24.

[5] Moscovici, S., & Buschini, F. (2003). *Les méthodes des* sciences humaines. Paris : Presses Universitaires de France.

[6] Specogna, A. & Saint-Dizier de Almeida, V. (2018). Discussion à Visée Philosophique (DVP), une ressource de la professionnalité enseignante ? Quelle variabilité, quelle invariabilité de l'activité ? Phronesis, 7(2), 28–36.https://doi.org/10.7202/1051688ar

# Transformer l'essai de l'alternance en logistique et supply chain

AGERON Blandine[1*] ZOUARI Dorsaf[1]

[1] IUT de Valence
Laboratoire CERAG
Université Grenoble Alpes

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Sciences des Gestion et du Management*

**Résumé –** *Cet article examine les motivations et attentes des alternants en France, ainsi que les pratiques d'accueil et de départ des entreprises. Ses principales conclusions sont : La renommée de l'entreprise et les missions proposées sont les principaux critères de choix des alternants. Un accueil personnalisé et un suivi régulier sont essentiels pour intégrer les alternants. Pour les retenir, les entreprises doivent offrir des missions intéressantes et soutenir le développement des compétences. L'article fournit des pistes pour aider les entreprises à améliorer leurs programmes d'alternance et attirer les jeunes talents*

**Mots-Clés –** *Ressources Humaines, Logistique et Supply Chain Management, Alternance*.

**Section(s) CNU pour cet article –** *06*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –***NON*

# 1 Introduction

**Que recherchent les salariés dans et de leur futur emploi ?**

Telle est la question que nombre d'entreprises se posent dans un contexte de pénurie de Ressources Humaines. La Supply Chain n'échappe pas à ce constat. À cette raréfaction voire pénurie, la *Supply Chain* fait également face à des défis d'importance notamment le phénomène de digitalisation qui appelle de nouvelles méthodes de travail, de nouvelles compétences et de nouvelles attentes des salariés [1][2]. Pourtant la *Supply Chain* que l'on définit comme l'ensemble des activités liées au macroprocessus industriel de l'entreprise [3] peut mettre en valeur ses atouts : sa transversalité, son importance stratégique, son dynamisme ou encore ses perspectives d'évolution. Alors que l'amélioration de l'organisation et des conditions de travail constituent un levier pour attirer et fidéliser de nouveaux collaborateurs, nombre d'entreprises plébiscite l'alternance comme mécanisme pour recruter et intégrer des jeunes même si cela reste difficile pour deux raisons.

D'une part, il y a une méconnaissance des métiers de la logistique et de la *Supply Chain* auprès des jeunes. En effet, la *Supply Chain* est très fréquemment associée et restreinte aux activités de transport, entreposage et stockage. L'absence de cours en lycée (exception faite des lycées professionnels) explique sans doute cette situation. D'autre part, le domaine souffre d'une image peu attractive qui mérite d'être explicitée et valorisée dans la société. Parmi les éléments négatifs mis en avant, les salariés mentionnent la pression et la charge de travail qui sont importantes et qui rythment leur quotidien [4]. À ceci, peut s'ajouter une méconnaissance de la *Supply Chain* de la part des autres fonctions de l'entreprise.

Nous avons décidé de mettre en place une enquête avec France Supply Chain et le LAB RH avec lequel nous collaborons au sein de l'IUT de Valence sur la thématique de *l'Onboarding* et de *l'Offboarding* des alternants. Les résultats de cette étude doivent permettre aux entreprises de mieux comprendre les enjeux et d'identifier les bonnes pratiques pour mieux former et acculturer les alternants qui sont susceptibles de devenir les ambassadeurs de leur marque employeur.

# 2 Les origines de l'enquête

Nous n'avons jamais compté autant de jeunes en alternance en France. 852 000 contrats d'apprentissage ont commencé en 2023 dans les secteurs privé et public selon la DARES. Au 31 décembre 2023, ce sont plus d'un million de jeunes qui sont en alternance (1 020 015). Ils n'étaient que 447 648 en 2012. 61 % des contrats sont adossés à une formation bac +2 ou plus, un peu moins de 15 % de niveau bac, et 22,5 % de niveau CAP. L'alternance s'avère être un tremplin efficace vers l'emploi. En collaboration avec France Supply Chain, nous avons mené une étude auprès de ses adhérents au cours de l'hiver 2023-2024 pour comprendre les motivations derrière le choix d'une alternance, l'efficacité des processus de recrutement et d'accueil, ainsi que les pratiques de suivi et *d'offboarding*. L'objectif est d'identifier les points forts et les axes de progrès pour améliorer l'expérience des alternants et son impact sur leur rétention. Une première approche qualitative via des entretiens auprès de 24 personnes a permis de comprendre les enjeux de l'alternance en croisant les différents points de vue des répondants (alternants, maîtres d'apprentissage ou Managers RH de proximité). Une seconde approche quantitative, suite à ces entretiens, a été menée. Un questionnaire de 92 questions, structuré en 5 parties a été construit et adapté en fonction des différents profils des répondants.

105 personnes ont répondu à l'étude : 64 alternants et 41 managers RH de proximité et maîtres d'apprentissage. A noter que les alternants sont en cours d'alternance et ne sont pas encore diplômés. Cette représentation des parties prenantes permet d'avoir une vision transverse des problématiques de l'alternance. Les répondants travaillent dans des grands groupes, des ETI et des PME-PMI. Ces entreprises couvrent différents secteurs d'activité.

# 3 Les principaux résultats de l'enquête

Les résultats suivants sont structurés autour des pratiques et processus clés de *l'Onboarding* qui ont pour but de favoriser l'intégration d'une nouvelle recrue [4] et de *l'Offboarding* qui visent à organiser « au mieux » le départ des collaborateurs.

## 3.1 La renommée de l'entreprise, la localisation et les missions proposées comme premiers critères de choix d'une alternance

Les résultats montrent que les missions proposées par l'entreprise sont un critère déterminant pour le choix de l'alternance comme la localisation pour 92,2% des alternants. En comparaison, la renommée de l'entreprise, bien que toujours importante, est légèrement moins décisive même elle reste importante pour 89,1% des alternants. Le premier contact avant et lors du recrutement est également significatif, avec respectivement 85,9% et 96,8% des alternants étant « tout à fait d'accord » et « d'accord ». Le salaire proposé est un critère important mais secondaire pour 64,1% des alternants.

## 3.2 Un accueil personnalisé pour bien accueillir les alternants

Plus de 80 % des alternants estiment que l'accueil personnalisé au sein du service par une présentation de

l'alternant et des équipes, est essentiel. L'annonce de leur arrivée dans l'entreprise et l'attribution d'un bureau sont également des éléments importants pour tous les répondants. La mise à disposition d'un pack d'accueil fait également partie des éléments que les alternants attendent dès leur arrivée. Si les entreprises mettent en place une multitude d'actions et des moyens pour bien accueillir leurs alternants, il apparaît que l'annonce officielle de l'arrivée un alternant dans l'entreprise via divers canaux de communication (site web, courriers internes) est moins systématique pour au moins 18,5 % des alternants. 10,1 % des alternants interrogés disent ne pas avoir été accueillis dans leur entreprise ou service. Certains mentionnent le télétravail comme frein dans l'accueil.

### 3.3 Des points réguliers pour mieux suivre les alternants

Le processus de suivi des alternants se met en œuvre principalement via des points réguliers hebdomadaires ou mensuels entre le maître d'apprentissage et l'alternant. Il suppose également que les managers RH de proximité s'impliquent pour son efficacité. 63,7 % des entreprises organisent une rencontre commune avec tous leurs alternants pour un partage d'expériences. Quand il existe, ce processus de suivi ne semble pourtant pas largement présenté et partagé au sein de l'entreprise comme le soulignent près de 60,8 % des alternants alors qu'il permet une montée en compétences des alternants, s'assure que les compétences acquises répondent au programme de formation et participe à une intégration réussie. Les alternants aimeraient d'ailleurs que leur accueil soit plus organisé notamment en termes d'annonce, au sein de leur entreprise, de leur arrivée (67,3 %), de mise à disposition d'un pack d'accueil (52,7 %), de l'organisation d'un moment convivial (52,7 %).

### 3.4 Des missions intéressantes et le développement des compétences pour retenir les alternants

S'ils apprécient énormément cette modalité de formation, il semble que les alternants soient sensibles aux missions proposées dans le nouveau poste (100 %) et au développement de compétences (100 %) pour rester dans leur entreprise.

La réussite d'une alternance repose sur trois points : 70,3 % des alternants mentionnent la réussite dans les missions confiées ; ils sont 68,8 % à insister sur le fait que les missions confiées doivent correspondre aux blocs de compétences définies dans le programme de formation ; enfin, 54,7 % des alternants souhaitent rester dans leur entreprise à l'issue de l'alternance.

Ce qui attire les alternants n'est pas ce qui les retient. Ainsi, la renommée de l'entreprise qui était très importante lors du choix de l'alternance devient secondaire. En conclusion, les entreprises ne doivent pas « travailler » les mêmes critères en amont de l'alternance qu'en aval de l'alternance.

## 4 Conclusions

Intégrer un alternant, c'est organiser un processus *d'onboarding* qui débute par le recrutement se poursuit par l'accueil et le suivi et qui se termine par un processus *d'offboarding*. Plus qu'un simple contrat à durée déterminée, l'alternance est une véritable collaboration qui se doit d'être gagnante-gagnante pour l'entreprise et pour l'alternant. Ainsi, un *onboarding* d'alternant soigné est la clé de sa réussite tout comme un *offboarding* bien anticipé et préparé. Des bonnes pratiques doivent permettre aux organisations d'orchestrer *l'onboarding* et *l'offboarding* pour transformer l'essai de l'alternance. Parmi ces pratiques, nous retrouvons des résultats qui rejoignent des études précédentes [5][6] : La formalisation et l'évaluation des processus ; une bonne ambiance au sein du service où l'alternant est accueilli ; le respect des missions négociées au début de l'alternance et leur adaptation au rythme de l'alternance La création d'une communauté de jeunes talents (stagiaires et alternants) est un résultat que nous n'avons pas trouvé dans la littérature et qui émerge de notre étude.

## 5 Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude à France Supply Chain et tout particulièrement le LAB RH et Françoise LIEURE pour la mise en relation avec les entreprises adhérentes.

## Références

[1] Ellinger, A. E., et Ellinger, A. D. (2014). "Leveraging human resource development expertise to improve supply chain managers' skills and competencies", European Journal of Training and Development, vol. 38, n° 1/2, p. 118-135.

[2] Flöthmann, C., Hoberg, K., et Wieland, A. (2018). "Competency requirements of supply chain planners & analysts and personal preferences of hiring managers", Supply Chain Management:An International Journal, vol. 23, n° 6, p. 480-499.

[3] Lavastre, O. et Ageron, B. (2023). Introduction : D'une fonction support à une fonction stratégique, dans Lavastre, O., Ageron, B. (dir.), Cas en logistique et Supply Chain Management, Editions EMS, Collection Études de cas, p. 10-15.

[4] McKinsey Global Survey (2022). "What matters most to workers in a changing labor market?"

[5] Bauer, T. N. (2010). "Onboarding new employees: Maximizing success", SHRM Foundation's Effective Practice Guidelines Series. [Rapport de thèse]

[6] Jeske, D. and Olson, D. (2022), "Onboarding new hires: recognising mutual learning opportunities", Journal of Work-Applied Management, Vol. 14 No. 1, pp. 63-76

# Modèle hybride pour la détection automatique de similitude entre marques

Astrid Jourdan[1,*] Yannick Le Nir[2] Cherif Sidhoum[3] Nicolas Girardin[3]

astrid.jourdan@univ-pau.fr yannick.le-nir@cyu.fr csidhoum@lipstip.com ngirardin@lipstip.com

[1] IUT de Science des données, Université de Pau et des Pays de l'Adour
Laboratoire LMAP UMR 5142

[2] Cergy Paris Université
Laboratoire ETIS UMR 8051

[3] Technopole Hélioparc
Laboratoire LIPSTIP

**Thèmes –** *Informatique - Autre*

**Résumé –** *Une marque protège un signe pour des produits et des services, qui sont décrits par des mots ou des groupes de mots appelés items. Lorsque le titulaire d'une marque identifie une marque similaire à sa marque enregistrée, il peut former une opposition. Étant donné que les produits et services de chaque marque sont décrits par des centaines d'items, l'opposition nécessite une analyse manuelle complexe. L'objectif est de proposer une méthode automatique de détection de similitudes entre items d'une marque. Dans cet article nous proposons un modèle hybride intégrant l'information contenus dans le texte des items et l'information contenue dans des variables contextuelles comme l'office d'enregistrement de la marque ou l'origine de la décision. Concernant l'extraction de l'information sémantique contenue dans les items, nous proposons d'améliorer l'état de l'art en utilisant des grands modèles de langage ajustés aux données.*

**Mots-clés –** *Propriété intellectuelle, grand modèle de langage, réseau de neurones.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *27*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

# 1 Introduction

Une marque est un droit de propriété industrielle qui protège un signe (comme un nom ou un logo) pour des produits et services spécifiques. L'objectif d'une opposition à une marque est de démontrer qu'une nouvelle marque porte atteinte à une marque antérieure, en comparant les signes (nom, logo) et en analysant la similitude des produits/services associés (appelés items). Cela peut impliquer une comparaison complexe, nécessitant des outils automatiques, en particulier pour des cas impliquant de nombreux produits et services.

Les recherches actuelles sur la comparaison de marques utilisent principalement l'intelligence artificielle pour comparer des logos ou des noms, mais peu se concentrent sur la comparaison de produits et services. Une étude de 2023 [1] a proposé une approche pour mesurer la similitude des produits/services en utilisant la vectorisation des items et un modèle de classification basé sur la mesure de similarité cosinus. Cependant, cette méthode ne prend pas en compte le contexte des décisions.

Dans ce travail, nous proposons un modèle hybride capable de prédire les décisions judiciaires et intégrant non seulement la vectorisation des items, mais aussi des variables contextuelles telles que la classe de Nice (secteur d'activité) et l'office décisionnel.

Le paragraphe 2 présente le modèle hybride que nous proposons ainsi que le jeu de données sur lequel il a été entrainé et validé. Dans le paragraphe 3, nous comparons diférents modèles de vectorisation des items, ceux utilisés par [1] et trois grands modèles de langage. Le paragraphe 4 concerne l'analyse des résultats obtenus avant de terminer par une conclusion et des pistes d'amélioration.

# 2 Description du modèle

## 2.1 Le jeu de données

L'Office européen des marques met à disposition des données concernant les pratiques ou les décisions sur des paires d'items prises par divers offices européens au cours de la période allant de 2012 à 2024. L'ensemble de données utilisé dans cet article comprend 107570 pratiques et décisions caractérisées par :

- une paire d'items decrivant les produits or services,
- la classe de Nice des deux items,
- le tribunal ou l'office qui a rendu le verdict,
- l'origine de la décision, i.e. Cour de justice, Chambre de recours, Pratique de bureau,...
- une décision de similitude entre les deux items rendue par un tribunal ou un bureau d'enregistrement des marques.

L'objectif de ce paragraphe est de construire un modèle de classification de la variable cible de similarité, intégrant l'information sémantique des items 1 et 2, mais aussi l'information de la classe Nice des items 1 et 2, de l'office et de l'origine de la décision.

## 2.2 Description du modèle

Le modèle est décrit dans la figure 1.

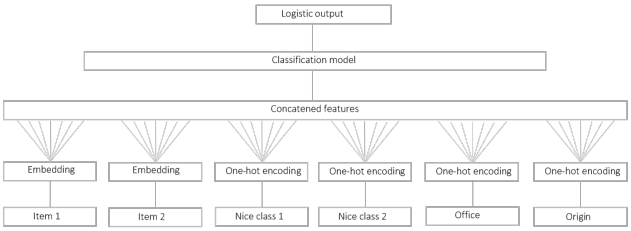



FIGURE 1 – Schéma du modèle

Les variables office, origine, classe de Nice de l'item 1 (C1) et classe de Nice de l'item 2 (C2) sont catégorielles avec respectivement 6, 17, 45 et 45 niveaux. Chaque niveau est codé de manière binaire pour obtenir un total de 115 variables.

Les items peuvent être décrits par un seul mot ou, plus généralement, par un groupe de mots qui peut être assez long. Ils doivent être vectorisés. Le choix du modèle de vectorisation des items est discuté dans la section suivante.

La vectorisation des items et les 115 variables catégorielles encodées sont concaténés. Le nombre total de variables dépend de la taille des embeddings. Le modèle de classification est un réseau neuronal avec deux couches cachées de taille 512, 256 respectivement, et la fonction d'activation Relu (MLP). Le réseau de neurones est entrainé sur 70% du jeu de données et validé sur les 30% restant suivant une procédure de validation croisée.

# 3 Modèles de vectorisation

Shmatkov et. al. [1] ont utilisé la vectorisation des items pour évaluer la similarité. Ils recommandent d'utiliser le modèle de vectorisation de phrases Doc2Vec entraîné sur leur jeu de données, ou le modèle de vectorisation de mots Word2Vec entraîné sur Google news, avec la mesure de similarité cosinus. Dans ce travail, nous proposons de remplacer Doc2Vec ou Word2Vec par un modèle d'intégration basé sur les Transformers [2]. Nous comparons trois grands modèles de langage (large language models : LLM) que nous avons ajustés (fine-tuned) à nos données.

Pour cette première étape, la comparaison des modèles de vectorisation se fait à partir de la simple règle de classification : *si* $cos(E_1, E_2) > seuil$ *alors les items 1 et 2 sont similaires où* $E_1$ *et* $E_2$ *sont les embeddings des items 1 et 2.*

La figure 2 montre les performances des modèles en fonction du seuil choisi pour la règle de classification. Un modèle classant systématiquement tous les items comme similaires a un F1 score de 0,67 (la ligne horizontale grise sur la Figure 2). Le score F1 du modèle Doc2Vec est inférieur à cette valeur et le meilleur F1 score du modèle

Wor2Vec est de 0,69. En contrepartie, les F1 scores des trois modèles LLM sont largement au-dessus de 0.67. Donc utiliser un LLM est une nette amélioration par rapport à l'approche proposée par [1]. Concernant le choix entre les trois modèles LLM, le test statistique ANOVA ne montre pas de différence significative entre leurs F1 scores (valeur p=0,1). Par conséquent, nous avons choisi d'utiliser le modèle le plus léger avec les plus petits embeddings, c'est-à-dire LLM3.

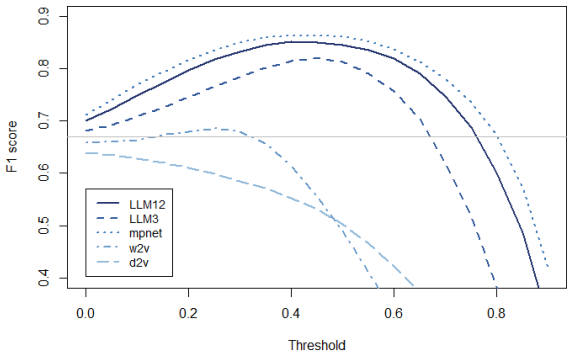



FIGURE 2 – F1 score en fonction du seuil

## 4 Analysis du modèle de classification

Ce paragraphe compare la classification LLM habituelle avec la mesure de similarité cosinus, avec le modèle proposé dans cet article (Figure 1).

La table 1 représente les valeurs moyennes des métriques pour les 30 itérations du processus de validation croisée et la figure 3 représente les box-plots des 30 valeurs.

Le modèle proposé dans cet article améliore considérablement les performances. Le modèle utilisant uniquement la mesure de similarité en cosinus atteint des F1 scores d'environ 82%, tandis que le MLP avec toutes les variables atteint 90%. Cette différence est d'autant plus significative que les boxplots montrent une très faible variabilité des F1 score. L'intégration des variables contextuelles dans le modèle est donc un réel avantage.

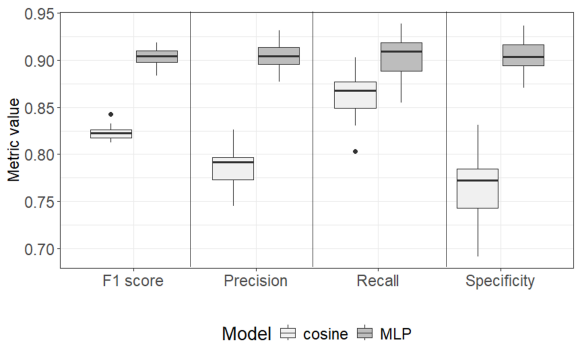



FIGURE 3 – Box-plots des métriques

TABLE 1 – Moyennes des métriques

| Modèle | Rappel | Specificité | F1 Score | Précision |
|---|---|---|---|---|
| Cosinus | 0.86 | 0.76 | 0.82 | 0.79 |
| MLP | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |

## 5 Conclusion

Dans ce travail nous avons proposé deux solutions pour améliorer l'état de l'art concernant la détection automatique de similitude dans les marques. L'utilisation d'un grand modèle de langage ajustés à nos données pour la vectorisation des items a permis d'augmenter considérablement la performance du modèle usuel de classification basé sur la mesure de similarité cosinus. La définition d'un modèle hybride intégrant à la fois le texte des items mais aussi les variables contextuelles a permis d'obtenir un modèle performant quels que soient la classe de Nice, ou l'office d'enregistrement,....

L'explicabilité du modèle est un point essentiel dans le contexte de l'opposition de marque. En effet, le refus d'un dépot d'une marque par un tribunal ou un office doit être argumenté. Il serait intéressant alors de remplacer le grand modèle de langage (LLM3) par un modèle de vectorisation explicable tel que celui proposé par [3].

## Références

[1] Daniyil Shmatkov, Oleksii Gorokhovatskyi, and Nataliya Vnukova. Elaborative trademark similarity evaluation using goods and services automated comparison. In *Computational Linguistics and Intelligent Systems 2023*, Ukraine, 2023.

[2] Nils Reimers and Iryna Gurevych. Sentence-bert : Sentence embeddings using siamese bert-networks. In *Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, China, 2019.

[3] Thibault Prouteau, Victor Connes, Nicolas Dugué, Anthony Perez, Jean-Charles Lamirel, Nathalie Camelin, and Sylvain Meignier. SINr : Fast Computing of Sparse Interpretable Node Representations is not a Sin ! In *IDA, 19th International Symposium on Intelligent Data Analysis*, Portugal, 2021.

# Profils Force-Vitesse et Accélération-Vitesse : deux outils de mesures de la performance

Cédric NOEL[1]

cedric.noel@univ-lorraine.fr

[1] IUT Thionville-Yutz, Université de Lorraine.
Université du Luxembourg
Department of Mathematics

**Thèmes –** *Biologie - Santé - Sport - Informatique - Mathématiques*

**Résumé –** *L'article présente deux méthodes pour évaluer les capacités mécaniques des athlètes : le profil Force-Vitesse (FV) et le profil Accélération-Vitesse (AV). Le profil FV mesure la force et la vitesse à l'aide d'instruments comme les plateformes de force, mais présente des contraintes pratiques. Le profil AV, basé sur des données GPS ou LPS, offre une alternative plus accessible, adaptée à des contextes réels d'entraînement. Ces outils permettent d'optimiser la performance tout en individualisant l'entraînement. Des pistes futures incluent la simplification des outils pour un usage courant en club et l'élargissement des tests à d'autres sports.*

**Mots-clés –** *Sport, Handball, Détection de talents, Régression, Profil Accélération-Vitesse, Profil Force-Vitesse.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *26*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *OUI*

# 1 Introduction

Dans le domaine du sport, la mesure de la performance est une donnée essentielle et complexe. Chaque composante, comme la force, la vitesse, l'endurance ou encore la coordination, peut être analysée permettant : — le diagnostic des forces et faiblesses individuelles, en identifiant les zones de progression prioritaires ; — d'évaluer l'efficacité des entraînements, en mesurant les adaptations physiologiques et mécaniques au fil du temps ; — d'optimiser les performances en ajustant les charges de travail, les méthodes et les périodes de récupération. Les technologies modernes, comme les plateformes de force, les dynamomètres ou les radars de vitesse, permettent de recueillir ces informations et de nouvelles méthodes permettent de les traiter.

# 2 Profil Force-Vitesse

Le profil Force-Vitesse (FV) est un concept important en sport, utilisé pour optimiser la performance des athlètes en évaluant et en ajustant leurs capacités de force et de vitesse. Il est utilisé dans plusieurs sports, notamment ceux qui nécessitent des efforts intenses et explosifs et des changements de direction rapides [1] tels que le football, le rugby, le basketball ou encore le handball. Cette méthode caractérise les capacités neuromusculaires d'un individu en mesurant la force maximale ($F_0$), la vitesse maximale ($V_0$) et la puissance [1] maximale ($P_{max}$) à partir de mesures simples comme la hauteur de saut ou les temps de sprint. Elle a été introduite par Samozino et al. [2].

On peut distinguer plusieurs types de profils [3] : profil orienté force : caractérisé par une bonne résistance aux charges lourdes mais une moindre capacité à générer de la vitesse ; profil équilibré : optimise les capacités de force et de vitesse et profil orienté vitesse : se distingue par une vitesse de mouvement élevée sous faible résistance.

Ces profils peuvent être utilisés par les préparateurs physiques pour individualiser les entrainements des athlètes, augmenter leurs performances, travailler sur leurs points faibles ou encore gérer le retour de blessures. Par exemple, on peut proposer des programmes d'entraînements spécifiques pour chaque type de profil. En cas de déficit de force, privilégier des charges lourdes (>70% de la répétition maximale) pour améliorer $F_0$. Pour un déficit de vitesse, utiliser des charges légères (<30%) et des mouvements rapides pour augmenter $V_0$. Enfin, si le profil est équilibré, travailler une combinaison force-vitesse pour déplacer la courbe FV globalement vers la droite.

Cette méthode propose de nombreux avantages mais aussi quelques inconvénients, notamment le fait qu'elle oblige les préparateurs à construire des séances spécifiques pour mesurer ces grandeurs. Cela prend du temps et coupe la progression des séances des entraîneurs et demande des

1. La puissance étant le produit de la force par la vitesse.

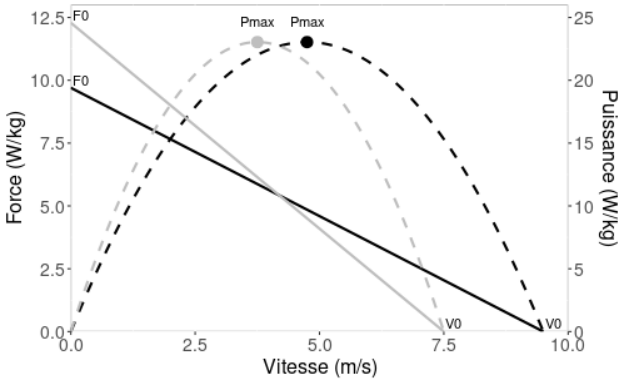



FIGURE 1 – Courbes de deux athlètes ayant des puissances maximales identiques mais des profils différents. En noire un profil plus "rapide" et en gris a un profil plus "force".

dispositifs spécifiques pour réaliser les mesures, d'autant plus que pour assurer une bonne répétabilité et interprétabilité, il faut s'assurer de conditions précises [4]. Enfin, cela peut également générer un risque de blessures pour les athlètes et les mesures ne sont pas faites dans des situations réelles de jeu.

# 3 Profil Accélération-Vitesse

Pour pallier ces inconvénients, on peut utiliser le profil Accélération-Vitesse (AV) à la place du profil Force-Vitesse dans lequel on a remplacé la mesure de la force par celle de l'accélération. Celle-ci peut être facilement mesurée car la plupart des équipes professionnelles munissent leurs joueurs de modules GPS [2] ou de systèmes LPS [3] qui indiquent en continu la position, la vitesse et l'accélération.

Furusawa et al. [5] ont modélisé la vitesse de déplacement horizontal humain par $v_H(t) = v_{Hmax}\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$ où $v_{Hmax}$ est la vitesse horizontale maximale ($m/s$), $\tau$ est la constante de temps d'accélération ($s$). Par dérivation, l'accélération horizontale vaut donc $a_H(t) = \frac{v_{Hmax}}{\tau} e^{-t/\tau}$ et par le principe fondamental de la dynamique, la force horizontale est : $F_H(t) = ma_H(t) + F_{aero}(t)$ où $m$ est la masse de l'athlète et $F_{aero}$ la force de résistance aérodynamique.

Par conséquent, il est possible de tracer des profils "similaires" aux profils Force-Vitesse à l'aide d'un capteur GPS. Dans le cadre d'un test unique, comme par exemple dans le sprint 30 m, les athlètes produisent l'accélération maximale pour chaque vitesse possible, traduisant une relation linéaire entre ces deux grandeurs. L'idée principale de la méthode AV est qu'en collectant suffisamment de données du couple Accélération-Vitesse, on pourra espérer retrouver le spectre des valeurs du test unique et donc

2. mesure de la position par satellite.

3. utilise un système de mesures ultra-wideband signals (UWB) et l'installation d'un dispositif particulier autour du terrain.

pouvoir tracer la droite de profil. Dans la pratique, les équipes modernes sont équipées de capteurs GPS ou LPS lors de leurs séances d'entraînement ou en match, ce qui permet de collecter des données dans des situations variées et ainsi augmenter les chances d'avoir suffisamment de couples. En somme, nous pouvons tester les athlètes sans les tester. La figure 2 représente un ensemble de couples accélération-vitesse relevés dans différentes situations. Pour tracer le profil, il est proposé, à partir d'une vitesse de 3 m/s, de prendre toutes les 0,2 m/s les deux points dont l'accélération est maximale puis de calculer la droite de régression de l'accélération par rapport à la vitesse. Miguens et al. [6] proposent une régression quantile dans le cadre du rugby.

Plusieurs problèmes peuvent néanmoins apparaître. D'abord, la qualité des données (plus que la quantité) est essentielle pour pouvoir obtenir le bon profil et il faudra veiller à exclure les artefacts liés aux appareils de mesures. Ensuite se pose la question des mesures elles-mêmes et en particulier dans le cas des sports en intérieur qui ne peuvent utiliser des solutions GPS. Enfin, il faudra veiller à tester la reproductibilité de ce profil dans les différents sports puisqu'il est spécifique à ceux-ci et non global comme le profil Force-Vitesse. Dans le cadre du football, du rugby ou du basketball, cela a été fait.

Les résultats de vitesse maximale et d'accélération maximale obtenus par AV sont dans le même ordre de grandeur que ceux obtenus par FV, mais non égaux. Ainsi, les profils AV et FV ne sont pas interchangeables.

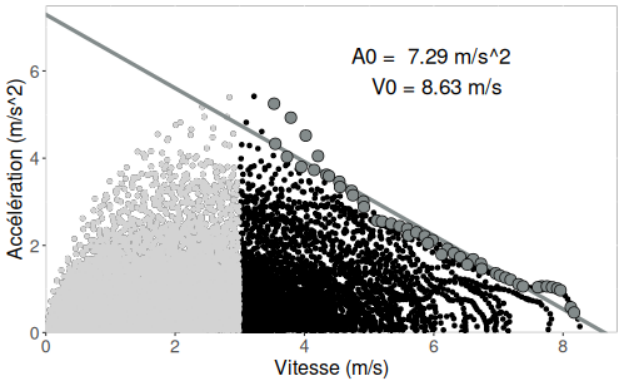



FIGURE 2 – Profil Accélération-Vitesse d'un athlète[5]. Les points représentent les couples accélérations-vitesses. En gris clair ceux non pris en compte dans le calcul du profil (vitesse inférieure à 3 m/s). En noir, les points pris en compte. En gris foncé, les points réellement utilisés pour le calcul du profil. La ligne grise représente le profil Accélération-Vitesse.

5. Données disponibles : `https://libm-lab.univ-st-etienne.fr/as-profile/#/home`.

## 4 Conclusion et perspective

Les profils Force-Vitesse et Accélération-Vitesse sont deux outils pour mesurer les capacités mécaniques des athlètes en termes de production de force et de vitesse, ce qui est crucial pour optimiser les performances en sprint et en changement de direction. Ce sont deux outils similaires mais différents.

Plusieurs pistes restent à étudier, notamment la vérification de la reproductibilité et de la répétabilité dans le cadre d'autres sports, et notamment le handball. Il serait aussi pertinent de réfléchir à d'autres méthodes pour déterminer la droite de régression. Enfin, une dernière piste de réflexion serait de sortir cette méthode des laboratoires de recherche en proposant des outils simples et rapidement interprétables par des personnes non spécialistes ou non sensibilisées, ce qui permettrait une utilisation concrète en club.

## Références


[1] Andrés Baena-Raya, Alberto Soriano-Maldonado, Filipe Conceição, Pedro Jiménez-Reyes, and Manuel A Rodríguez-Pérez. Association of the vertical and horizontal force-velocity profile and acceleration with change of direction ability in various sports. *European journal of sport science*, 21(12) :1659–1667, 2021.

[2] Pierre Samozino, Jean-Benoît Morin, Frédérique Hintzy, and Alain Belli. A simple method for measuring force, velocity and power output during squat jump. *Journal of biomechanics*, 41(14) :2940–2945, 2008.

[3] Jean-Benoît Morin and Pierre Samozino. Interpreting power-force-velocity profiles for individualized and specific training. *International journal of sports physiology and performance*, 11(2) :267–272, 2016.

[4] Kolbjørn Lindberg, Paul Solberg, Thomas Bjørnsen, Christian Helland, Bent Rønnestad, Martin Thorsen Frank, Thomas Haugen, Sindre Østerås, Morten Kristoffersen, Magnus Midttun, et al. Force-velocity profiling in athletes : Reliability and agreement across methods. *PLoS One*, 16(2) :e0245791, 2021.

[5] K Furusawa, Archibald Vivian Hill, and JL Parkinson. The dynamics of" sprint" running. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Containing Papers of a Biological Character*, 102(713) :29–42, 1927.

[6] Nathan Miguens, Franck Brocherie, Loïc Moulié, Patrick Milhet, Mathieu Bon, Pierre Lassus, Jean-François Toussaint, and Adrien Sedeaud. Individual in-situ gps-derived acceleration-speed profiling : Toward automatization and refinement in male professional rugby union players. *Sports Medicine-Open*, 10 (1) :6, 2024.

# Utilisation de la déformation plastique de métaux afin d'optimiser des hydrures pour réservoirs à hydrogène sous forme solide.

Roxane Massion[1,*], roxane.massion@univ-lorraine.fr

Jing Wen[1], jing.wen@univ-lorraine.fr

Nathalie Allain[1], nathalie.allain@univ-lorraine.fr

Thierry Grosdidier[1,*] thierry.grosdidier@univ-lorraine.fr

[1] IUT de Metz, Département GMP
Laboratoire d'Etudes de Microstructures et Mécanique des Matériaux (LEM3)
Université de Lorraine

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Chimie - Énergie - Environnement - Matériaux - Mécanique*

**Résumé –** *L'hydrogène constitue un vecteur énergétique de choix dans le contexte de la transition énergétique. Pour une transition énergétique qui soit aussi écologique, l'hydrogène doit pouvoir être stocké sous forme solide. En effet, même si on peut liquéfier l'hydrogène – en utilisant des températures cryogéniques - ou le compresser à 700 bars de pression (à 350 bars pour la mobilité), ces processus sont très gourmands en énergie. Le stockage sous la forme d'hydrures métalliques réversibles permet d'atteindre une densité de stockage plus élevée qu'avec un gaz comprimé ou un liquide cryogénique, qui plus est, sans aucun problème de sécurité. Les hydrures métalliques sont des métaux qui peuvent absorber l'hydrogène ou le restituer selon les conditions de pression et de température. Après une courte revue de la problématique des réservoirs pour solides, sont présentés des exemples d'utilisation de techniques de déformation plastique permettant d'optimiser – par nanostructuration - les cinétiques de sorption de l'hydrogène (sous forme atomique et non plus moléculaire) dans des métaux comme Mg, FeTi, $Mg_2Ni$ ou TiVCr.*

**Mots-Clés –** *Hydrures, Stockage hydrogène, Déformation.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *28, 33, 60*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Contexte

L'hydrogène constitue un vecteur énergétique de choix dans le contexte de la transition énergétique, notamment pour la mobilité, le stationnaire et la gestion de l'intermittence des énergies renouvelables. Pour une transition énergétique qui soit aussi écologique, l'hydrogène doit satisfaire à 2 problèmes scientifiques majeurs : (i) une production d'hydrogène vert décarbonée, (ii) une densité de stockage conséquente en toute sécurité. En particulier, un stockage écologique de haute capacité est un complétement nécessaire pour le développement de systèmes énergétiques à haute performance [1].

Une enquête de l'AFHYPAC [2] montre que l'acceptabilité sociale de l'hydrogène est encore faible : 35% des interrogés ont déclaré avoir peur d'un risque d'explosion des réservoirs et 54% ont déclaré avoir besoin d'explications scientifiques. Outre les aspects environnementaux, la sécurisation proposée par un stockage sous forme solide devrait permettre d'améliorer sensiblement l'acceptabilité sociale de l'hydrogène.

## 2 La problématique

L'hydrogène est un gaz ultra léger (environ 11 fois plus que l'air) qui occupe un volume important. En effet, pour stocker 1 kg d'hydrogène à pression atmosphérique, il faut un volume d'environ 11 $m^3$. Des moyens techniques doivent donc être mis en œuvre pour augmenter sa densité et ainsi réduire la taille des stockages. Aujourd'hui, on peut liquéfier l'hydrogène – en utilisant des températures cryogéniques – ou le compresser à 700 bars de pression (à 350 bars pour la mobilité). Ces processus sont très gourmands en énergie. A cause de ces coûts énergétiques ainsi que pour des questions de sécurité (risque d'explosion), ces méthodes ont un potentiel bien moindre que le stockage solide. En effet, le stockage sous la forme d'hydrures métalliques réversibles permet d'atteindre une densité de stockage plus élevée qu'avec un gaz comprimé ou un liquide cryogénique. Les hydrures métalliques sont des métaux qui peuvent absorber l'hydrogène ou le restituer selon les conditions de pression et de température. Stables à la pression atmosphérique et à la température ambiante, donc non inflammables, les hydrures métalliques offrent une nette amélioration de la sécurité avec une pression de chargement limitée à quelques dizaines de bars [3, 4].

Par comparaison, voici les densités volumiques de stockage d'hydrogène sous différentes formes :

- Hydrogène gazeux (700 bars !) : 42kg / $m^3$
- Hydrogène (à températures cryogéniques) : 70kg / $m^3$
- Hydrogène solide, après réaction avec du magnésium, sous forme de $MgH_2$ (en toute sécurité) : 106kg / $m^3$

Plusieurs métaux purs ou alliages métalliques peuvent être utilisé pour le stockage réversible de l'hydrogène [5]. Le magnésium (Mg) ainsi que des alliages basés sur des chimies du type FeTi, LaNi5, Mg2Ni ou TiVCr sont les plus étudiés [5], avec chacun des avantages et inconvénients spécifiques.

La réaction du magnésium avec l'hydrogène permet la formation d'un hydrure ($MgH_2$) possédant d'excellentes capacités massique et volumique de 7.6 m. % et 110 g $L^{-1}$. De plus, le magnésium est abondant, à faible coût, sans nécessiter des forages ou projets miniers destructeurs de la biodiversité. Les cinétiques de la transformation de phases réversible ($Mg + H_2 \Leftrightarrow MgH_2$) sont toutefois assez lentes et demandent des températures proches 250°C. La fabrication de réservoirs solides à haute capacité utilisant le magnésium est donc un challenge majeur pour le développement de la filière hydrogène, en particulier pour le transport de grosses quantités d'hydrogène.

D'autres alliages métalliques possèdent des cinétiques de transformation plus rapides, autour de la température ambiante, mais ont des capacités massiques plus réduites ; 1.5 m. % pour FeTi par exemple. Plus lourd aussi, ces alliages sont plutôt destinés aux applications où le poids n'est pas primordial (stockages capacitifs stationnaires) ou peut même être un avantage (ballast pour le transport maritime ou les sous-marins).

Le développement du stockage solide de l'hydrogène, pour optimiser les temps de chargement et de déchargement des réservoirs, nécessite de s'intéresser à deux aspects principaux : (i) la conception de réservoirs permettant notamment d'optimiser la gestion des échanges thermiques et (ii) l'optimisation des matériaux pour améliorer les vitesses et températures de réaction. Nous nous intéressons essentiellement au second aspect.

## 3 Les verrous scientifiques

Certaines propriétés thermodynamiques et cinétiques peuvent encore être optimisées pour améliorer les matériaux de stockage. Lors du premier chargement, une couche d'oxyde natif - présente naturellement à la surface des métaux - empêche la pénétration de l'hydrogène. Il convient donc, en conservant des températures et pressions d'hydrogène modérées, de trouver des stratégies pour contourner ou réduire cette couche d'oxyde. C'est « l'activation ». Lors des cycles de chargement / déchargement ultérieurs, il convient d'établir des cinétiques suffisamment rapides et contrôlables (réactions exothermiques et endothermique). Enfin, la qualité de ces cinétiques d'absorption / désorption doit rester reproductible sur un grand nombre de cycles.

## 4 Quelques réalisations

Plusieurs méthodes, telles que la catalyse et la nanostructuration, ont été suggérées pour optimiser les matériaux de stockage [3]. En particulier, la

nanostructuration des bases Mg optimise l'absorption et la désorption [4]. Cette nanostructuration ne peut pas être effectuée au niveau de la taille des particules de poudre qui deviennent alors pyrophoriques.

Des méthodes comme la déformation plastique sévère (SPD : severe plastic deformation) sont prometteuses pour atteindre une nanostructuration « interne » du Mg [4]. Des procédés d'hyperdéformation tels que le HPT (High Pressure Torsion) sont ainsi très en vogue d'un point de vue académique [4,6,7]. Ces techniques n'ont toutefois que peu de potentiel au niveau industriel car les volumes de matériaux produits sont très faibles.

Les chercheurs ayant un souci « applicatif » s'intéressent plutôt à une activation par des procédés générant des déformations moins sévères mais à potentiel quantitatif plus élevé. La première technique concerne l'hyperdéformation de surface par grenaillage SMAT (Surface Mechanical Attrition Treatment) qui permet de modifier la couche d'oxyde de surface [8, 9].

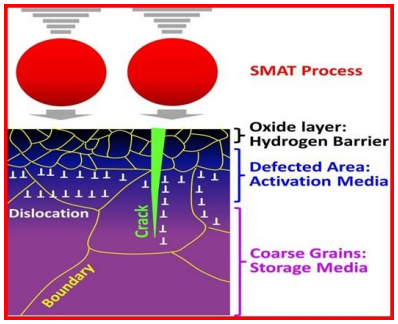



Figure 1 – Principe du grenaillage « SMAT » et effet sur la microstructure : (i) « activation » facile par écrouissage de la surface et (ii) stockage réversible à cœur [8].

Le forgeage rapide est aussi un procédé adapté à une production de masse [10]. Les travaux récents des équipes de Grenoble (Institut NEEL) et Metz (LEM3) ont montré que le forgeage de ces poudres permettait d'obtenir un matériau massif comportant une microstructure finement divisée à laquelle était associée la formation de texture cristallographiques favorables aux cinétiques de stockage / déstockage de l'hydrogène [11, 12].

## 5 Conclusions

Dans le contexte d'une transition énergétique basée sur l'utilisation de larges quantités d'hydrogène, un stockage écologique de haute capacité et sécure est nécessaire. Le stockage solide sous la forme d'hydrures réversibles permet d'atteindre une densité de stockage et une sécurisation plus élevée que sous forme d'un gaz comprimé ou d'un liquide cryogénique. Les hydrures métalliques peuvent absorber l'hydrogène et le restituer en jouant sur la pression et la température. Après une revue globale de la problématique des réservoirs solides, ont été présentés des exemples plus spécifiques d'utilisation de techniques de déformation plastique permettant la nanostructuration des métaux afin d'optimiser les cinétiques de sorption de l'hydrogène (sous forme atomique et non plus moléculaire).

## 6 Remerciements

Les auteurs remercient leurs collègues chercheuses CNRS de l'Institut NEEL, P. de RANGO et L. LAVERSENNE pour leur collaboration sur ce travail.

## Références

[1] https://hydrogencouncil.com/en/hydrogen-scaling-up-new-roadmap-launches-at-cop-23/

[2]https://www.afhypac.org/documents/publications/colloques/pres%2027%20DUPUIS.pdflka

[3] J Huot et al., *Mechanochemistry of metal hybrides : recent advances (review)*, Materials, vol. 12, no. 2778, 2019.

[4] K Edalati et al., *Impact of severe plastic deformation on kinetics and thermodynamics of hydrogen storage in magnesium and its alloys*, J. of Mat. Science & Techn., 146, 221-239, 2023.

[5]https://www.discoverthegreentech.com/hydrogene/stockage/hydrures-metalliques/

[6] T Grosdidier, JJ Fundenberger, JX Zou, YC Pan, XQ Zeng, Nanostructured *Mg based hydrogen storage bulk materials prepared by high pressure torsion consolidation of arc plasma evaporated ultrafine powders*, Int. J. Hydrog. Energy 40 (47), 16985-16991, 2015.

[7] S Panda, JJ Fundenberger, Y Zhao, J Zou, LS Toth, T Grosdidier, *Effect of initial powder type on the hydrogen storage properties of high-pressure torsion consolidated Mg*, Int. J. Hydrog. Energy 42 (35), 22438-22448, 2017.

[8] K Edalati, M Novelli, S Itano, HW Li, E Akiba, Z Horita, T Grosdidier, Effect of gradient-structure versus uniform nanostructure on hydrogen storage of Ti-V-Cr alloys: Investigation using ultrasonic SMAT and HPT processes, J. of Alloys and Compounds 737, 337-346, 2018.

[9] M Novelli, K Edalati, S Itano, H Li, E Akiba, Z Horita, T Grosdidier, *Microstructural details of hydrogen diffusion and storage in Ti–V–Cr alloys activated by surface and bulk plastic deformation*, Int. J. Hydrog. Energy 45 (8), 5326-5336, 2020.

[10] P de Rango, D Fruchart, V Aptukov, N Skryabina, *Fast-Forging: A new SPD method to synthesize Mg-based alloys for hydrogen storage*. Int. J. Hydrog. Energy 45, 14–24, 2020.

[11] J Wen, P de Rango, N Allain, L Laversenne, T Grosdidier, *Improving hydrogen storage performance of Mg-based alloy through microstructure optimization*, J. of Power Sources 480, 228823, 2020.

[12] J Wen, P de Rango, N Allain, T Grosdidier, L Laversenne, *In situ observation and kinetic modeling of the fundamental mechanisms of hydrogen sorption in forged Mg–$Mg_2Ni$ composites*, Int. J. Hydrog. Energy 94, 1160-1173, 2024.

# Extraction des fibres de *Furcraea Foetida* (choca) par rouissage

Hélène Caillet[1,*] helene.caillet@univ-reunion.fr
Lénaïc Malherbe[1] lenaic.malherbe@etu.ec-lyon.fr
Julie Bascaules[1,2,3] julie.bascaules@unvi-reunion.fr
Chadi Maalouf[2] chadi.maalouf@univ-reims.fr
Laetitia Adelard[1] laetitia.adelard@univ-reunion.fr
Olivier Marc[1] olivier.marc@univ-reunion.fr

[1] IUT de Saint-Pierre, Université de La Réunion
Laboratoire de physique et ingénierie mathématique pour l'énergie, l'environnement et le bâtiment (PIMENT)

[2] IUT de Reims - Châlons – Charleville, Université de Reims Champagne-Ardenne
Institut de Thermique, Mécanique et Matériaux (ITheMM)

[3] Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME)

**Thèmes –** *Matériaux*

**Résumé –** *Cet article présente une étude sur le processus de rouissage contrôlé des feuilles de choca, une espèce envahissante à La Réunion, en vue de leur utilisation comme matériau isolant. Introduit initialement pour la production de cordages, le choca suscite aujourd'hui de l'intérêt pour ses performances thermiques. Cependant, l'extraction des fibres reste complexe, nécessitant un rouissage adapté. Différentes conditions de température (température ambiante, 30°C et 60°C) et de rouissage (avec et sans changement d'eau) ont été expérimentées, incluant des températures stabilisées. La température de 60°C limite le développement des micro-organismes, empêchant ainsi une dégradation efficace des feuilles. Les résultats indiquent que le rouissage à 30 °C stabilisé à l'étuve est le plus efficace, facilitant la décomposition des matières non-cellulosiques. Par ailleurs, le changement d'eau partiel favorise cette dégradation tout en réduisant la formation de champignons.*

**Mots-Clés –** *Défibrage, choca, rouissage, matériau biosourcé.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *60, 62.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Introduction

Le choca, une espèce envahissante à La Réunion, a initialement été introduit pour la production de cordages à partir des fibres de ses feuilles. Récemment, des recherches ont évalué les performances thermiques des fibres de choca, révélant un potentiel intéressant pour leur utilisation comme matériau isolant dans le secteur de la construction [01]. Néanmoins, une difficulté réside dans l'extraction des fibres.

Il existe plusieurs techniques pour récupérer les fibres des feuilles de Choca. Parmi celles-ci, on distingue le raclage manuel des feuilles fraîches, le défibrage mécanique à l'aide d'une décortiqueuse, ou encore le rouissage, ou macération, qui facilite l'extraction des fibres. Le rouissage contrôlé consiste à immerger les feuilles dans l'eau pendant un certain temps, ce qui permet de décomposer les composants non-cellulosique et pouvoir ensuite récupérer les fibres plus aisément [02]. Toutefois, peu d'études se sont penchées sur cette méthode, et la durée exacte du rouissage à appliquer reste incertaine et peu précise [03]. Il est recommandé d'interrompre le processus dès que les feuilles commencent à pourrir. L'utilisation d'une étuve est également envisageable, bien que la température et la durée du traitement ne soient pas encore déterminées dans la littérature. De plus, ces paramètres peuvent varier selon la plante d'origine des feuilles à défibrer.

Par conséquent, cette étude porte sur l'étude du rouissage contrôlé des feuilles de choca. En effet, afin de faciliter l'accès aux fibres de choca en vue de leur utilisation dans un composite isolant, le processus de rouissage nécessite d'être optimisé. Pour cela, l'influence de la température de l'eau et de la durée de rouissage sur le défibrage est étudiée.

## 2 Prélèvement et préparation des feuilles

Pour cette étude, 52 feuilles de choca ont été prélevées dans la forêt de l'Étang Salé à 45 m d'altitude. Le rang de la couronne de feuilles est relevé. Le rang 1 étant la base du plant au niveau du sol. L'angle entre la feuille et l'axe vertical, l'orientation de la feuille, et le caractère périphérique ou central de la feuille sont également notés.

Figure 1 – plants de choca

Les feuilles prélevées sont préparées pour le rouissage. Les épines marginales et l'épine terminales sont retirées (cf. Figure 2). En effet, ces parties ne contiennent pas de fibres et rendent plus difficiles l'étape du défibrage. Ensuite, des entailles transversales sont réalisées au niveau de l'épiderme tous les 3 cm afin de rendre plus efficace le rouissage.

Figure 2 – préparation des feuilles de choca

## 3 Rouissage

Le rouissage est réalisé dans quatre bacs différents. Le premier est placé à l'étuve à 60 °C (bac 1), le second dans une salle à 30 °C stabilisée (bac 2), le troisième à température ambiante sans changement d'eau (bac 3) et enfin le quatrième à température ambiante avec un changement d'eau à 75 % tous les 3 jours (bac 4). On dispose 13 feuilles par bac : 10 entières, 2 en tronçons de 27 cm et 1 en tronçons de 3 cm. La longueur, la largeur, la masse et le volume des fibres sont déterminés avant le rouissage. Le début du rouissage a lieu moins de 24 h après la découpe des feuilles pour limiter le séchage des feuilles. Le défibrage démarre lorsque la décomposition de la feuille est suffisante pour permettre le défibrage.

## 4 Extraction des fibres

Figure 3 – défibrage des feuilles de choca

Après le rouissage, les fibres sont extraites des feuilles en raclant les feuilles à l'aide d'une machette (cf. Figure 3). La facilité du défibrage sera notée de 0 à 5, en prenant comme référence une feuille fraîche. Ainsi, 0 correspond à la même difficulté qu'une feuille non rouie, 1 à une feuille ramollie mais avec un épiderme non détachable, 2 à une feuille avec de grosses irrégularités dans la décomposition, 3 à un défibrage possible avec force mais avec emmêlement des fibres lors du processus, 4 à un défibrage facile mais avec quelques points de difficulté (ex. : craquelures sèches, grains...) et enfin 5 si aucune force physique n'est nécessaire.

Le rendement du défibrage est évalué pour chaque

feuille à partir du ratio entre la masse des fibres et celle de la feuille. Une observation microscopique est réalisée pour l'ensemble des fibres de quatre feuilles de choca (1 feuille par bac) afin de déterminer le diamètre moyen des fibres. Le diamètre est mesuré au centre des fibres.

## 5 Résultats

### 5.1 Durée de rouissage

La Figure 4 présente la facilité du défibrage (note de 0 à 5) en fonction de la durée du rouissage.

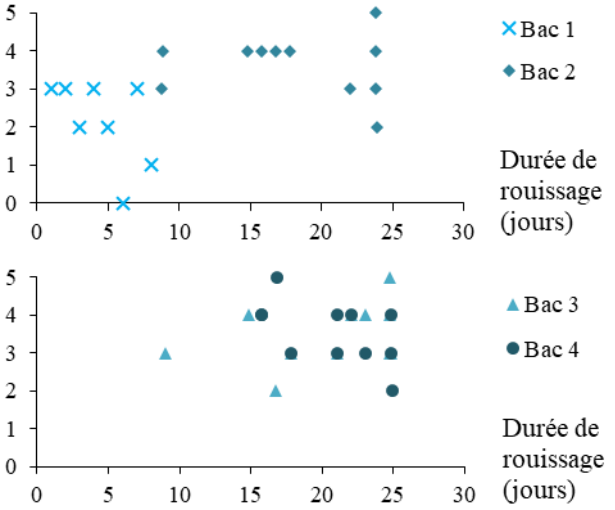



Figure 4 – facilité du défibrage (note de 0 à 5) en fonction des durées de rouissage

On observe une prolifération fongique significative à la surface des bacs 2 à 4, malgré le remplacement de l'eau tous les trois jours dans le bac 4, accompagnée d'une forte odeur. En revanche, le bac 1, bien que présentant un ramollissement des feuilles au cours des trois premiers jours, ne montre pas de dégradation significative des feuilles sur une période prolongée. Ces observations suggèrent que les micro-organismes responsables de la dégradation des feuilles sont inhibés par des températures élevées. Par ailleurs, une dégradation plus rapide est constatée dans le bac 2 maintenu à une température stabilisée de 30 °C, indiquant que ces conditions sont les plus propices au développement des micro-organismes nécessaires à la dégradation des feuilles.

Les résultats montrent un effet bénéfique du renouvellement partiel de l'eau sur le processus de rouissage. Ce changement d'eau partiel permet de maintenir les micro-organismes dans le bac, favorisant ainsi leur action sur la dégradation. En outre, les mouvements induits par le renouvellement de l'eau facilitent la dégradation des feuilles. Un système d'agitation pendant l'étape du rouissage pourrait ainsi être bénéfique. En conclusion, cette étude identifie le bac maintenu à une température stabilisée de 30 °C comme étant la solution la plus efficace pour la macération.

### 5.2 Rendement

Les rendements moyens obtenus pour les quatre bacs sont présentés dans le Tableau 1. Les rendements les plus importants ont été obtenus pour les bacs 2 et 4.

Table 1 – rendements moyens et écart-types selon le rouissage

| | **Bac 1** | **Bac 2** | **Bac 3** | **Bac 4** |
|---|---|---|---|---|
| Rendement moyen (%) | 0,45 | 1,38 | 1,06 | 1,37 |
| Ecart-type | 0,34 | 0,43 | 0,52 | 0,41 |

La Figure 5 présente les fibres observées au microscope. Le diamètre moyen des fibres d'une même feuille est compris entre 144±56 (bac 2) et 214±95 µm (bac 1).

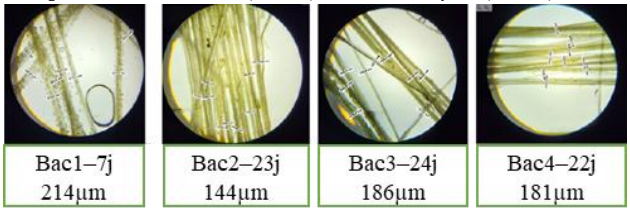



Figure 5 – observation au microscope des fibres

## 6 Conclusions

L'étude a révélé que le rouissage à 30 °C stabilisé est la condition optimale pour extraire les fibres de choca, favorisant une décomposition des feuilles grâce au développement des micro-organismes. Le rouissage à 60°C a limité le développement des micro-organismes, empêchant ainsi une dégradation efficace des feuilles. A température ambiante sans renouvellement de l'eau, le rouissage se fait lentement, et la stagnation de l'eau favorise la formation de champignons en surface. Le changement partiel de l'eau améliore également le processus en limitant la croissance des champignons.

## Références

[01] Hélène Caillet, Julie Bascaules, Youssoufou Mahaman, Patrick Rousset, Jean-François Martin, Laetitia Adelard, Olivier Marc, Characterization and thermal performance of FurcraeaFoetida fibers and pineapple mash as loose-fill insulatingmaterial, October 2023, Entropie thermodynamique – énergie –environnement – économie 4 (Numéro 3 spécial SFT Prix Biot-Fourier), DOI : 10.21494/ISTE.OP.2023.1017

[02] Julie Bascaules, Hélène Caillet, Chadi Maalouf, Olivier Marc, Laetitia Adelard. March 2024, Préparation des fibres de Furcraea Foetida pour une utilisation en tant qu'isolant thermique. In Congrès National de la Recherche des IUT

[03] Haja Syed Hussain, Mohd Ridzuan Mohd Jamir, MohdShukry Abdul Majid, S. M. Sapuan, Ferriawan Yudhanto, ArisWidyo Nugroho, Muhammad Faiz Hilmi Rani, Friction andwear characteristics of Furcraea Foetida fiber-reinforced epoxycomposites, Malaysia, Indonesia, Polymer Composites, September 2023, DOI : 10.1002/pc.27719

# IDEALITRAD : Localisation intuitive des appareils connectés pour soutenir l'autonomie, avec traduction multilingue.

Saadia ALBANE[1,*] Thierry VAL[1,*] Adrien VAN DEN BOSSCHE[1] Laurence REDON[1]

saadia.albane@univ-tlse2.fr thierry.val@univ-tlse2.fr vandenbo@univ-tlse2.fr laurence.redon@univ-tlse2.fr

[1] IUT de Blagnac, Université de Toulouse 2 Jean Jaures
Laboratoire: Institut de Recherche en Informatique de Toulouse

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Les champs thématiques de notre contribution, parmi : Énergie - Environnement - Informatique - Électronique - Mathématiques - Langues - Communication*

**Résumé –** *La localisation des appareils intelligents joue un rôle fondamental pour améliorer la qualité de vie des personnes à mobilité réduite, en leur facilitant les tâches quotidiennes. Dans ce contexte, Dalce et al. [1] ont proposé une méthode innovante permettant de générer des descriptions sémantiques précises de la position des objets connectés à l'aide d'une synthèse vocale en français. Cette approche repose sur la détection de la localisation des objets et l'évaluation de leur proximité avec d'autres dispositifs connectés, afin d'assister les utilisateurs dans la gestion de leur environnement quotidien. L'objectif est de rendre ces informations plus accessibles et compréhensibles, en particulier pour les personnes en situation de handicap. Pour élargir l'accessibilité de cette technologie à un public plus diversifié, une traduction des descriptions générées du français vers l'arabe et l'anglais sera effectuée. Cela permet d'étendre l'usage de ce système de localisation sémantique à des utilisateurs arabophones et anglophones, favorisant ainsi une meilleure inclusion numérique.*

**Mots-clés –** *Appareils intelligents, Localisation, Arabophones, Anglophones.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *27,61.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

# 1 Introduction

La localisation d'objets a toujours été un défi, même si de nos jours, des nouvelles technologiques commencent à offrir des solutions efficaces, notamment dans les environnements intérieurs. Autrefois, cette localisation dépendait principalement du système de positionnement global comme par exemple GPS ou Galileo. Aujourd'hui, des produits commerciaux utilisant le WIFI (trilatération), les produits utilisant les technologies Ultra-Wide-Band (smart Tag), les étiquettes (RFID), les systèmes utilisant des centrales Inertial Measurement Units (IMU), les équipements communiquant en Li-Fi, les systèmes de vision par ordinateur, et les technologies basées sur les ondes acoustiques permettent une localisation intérieure précise à moindre coût, ouvrant ainsi la voie à des recherches plus approfondies. Dans cet article, nous présentons un algorithme de traduction multilingue visant à rendre les descriptions de dispositifs de localisation accessibles en français, arabe et anglais. Cet algorithme est conçu pour répondre aux besoins d'environnements intelligents, avec une traduction automatique des descriptions en temps réel qui tient compte des spécificités linguistiques de chaque langue. Cette approche permet de faciliter l'inclusion des utilisateurs arabophones et anglophones et optimise l'assistance vocale pour les personnes en situation de handicap, contribuant ainsi à leur autonomie dans un cadre connecté. Dans cet article, nous présentons d'abord un bref état de l'art sur la description sémantique de la position d'un objet dans une maison intelligente (Section 2), puis nous introduisons notre algorithme de traduction multilingue (Section 3). Enfin, nous concluons en soulignant les enseignements clés et les perspectives de recherche futures.

# 2 Bref état de l'art sur la description sémantique de la position d'un objet dans une maison intelligente

L'évolution des technologies de maison intelligente a accru l'intérêt pour la description sémantique de la position des objets, clé pour des interfaces intuitives. Van den Bossche et al. [2] ont développé la plateforme LocURa4IoT, intégrant UWB, BLE et LoRa pour tester la précision de localisation des réseaux IoT domestiques. De plus, les recherches de l'équipe ELIPSE de l'IRIT [3] indiquent que des descriptions comme « vos clés sont près de la cafetière » sont plus utiles aux personnes handicapées que des coordonnées (x, y, z). Strazdas et al. [4] ont utilisé la méthode "Wizard of Oz" pour évaluer les interactions multimodales, montrant que les retours visuels et auditifs améliorent l'intuitivité. Salber [5] a conçu une plateforme transformant les informations visuelles en signaux auditifs et tactiles pour une navigation autonome. Enfin, Minge et al. [6] ont développé le questionnaire meCUE, un outil pour évaluer et suivre l'évolution de l'expérience utilisateur (UX).

# 3 Contribution : Algorithme Node-RED pour la Traduction Multilingue dans un Environnement Intelligent

Ce papier présente un algorithme de traduction multilingue sous Node-RED, qui rend les dispositifs connectés plus accessibles dans un environnement intelligent. Il traduit automatiquement des descriptions en français, anglais et arabe, facilitant les interactions vocales pour des utilisateurs ayant des besoins spécifiques. L'algorithme utilise un dictionnaire enrichi pour traduire précisément les termes domestiques et les relations spatiales, garantissant des messages vocaux clairs dans les trois langues. Ce système améliore l'inclusion numérique et les interactions naturelles pour les utilisateurs en situation de handicap.

## 3.1 Etapes de l'Algorithme

Cet algorithme multilingue sur Node-RED facilite les interactions en environnement intelligent en traduisant des phrases en français, anglais et arabe. Basé sur un dictionnaire enrichi, il fournit des traductions précises et contextuelles pour une expérience fluide et naturelle.

1. **Définition du dictionnaire** : Un dictionnaire est configuré pour stocker les traductions des mots en français, anglais et arabe.
2. **Préparation du texte à traduire** : Le texte source est récupéré de la palette du node "Injecter" et segmenté en mots individuels.
3. **Traduction mot par mot** : Chaque mot est vérifié dans le dictionnaire, et les traductions correspondantes en anglais et en arabe sont ajoutées aux listes de traductions.
4. **Assemblage des traductions** : Les traductions sont combinées pour former des phrases complètes en arabe et en anglais.
5. **Stockage** : Les versions traduites en français, arabe et anglais sont stockées dans le message final.
6. **Lecture audio des traductions** : Le message avec les traductions est transmis aux nodes de palettes de lecture audio, chacune dédiée à une langue : une palette pour le français, une pour l'arabe et une pour l'anglais.

La Figure 1 est un flot de traitement Node-RED qui représente un système automatisé de traduction et de diffusion audio de phrases dans différentes langues. Chaque composant joue un rôle clé dans la prise en charge d'une phrase initiale, sa traduction dans plusieurs langues et sa diffusion en format audio. Voici une description complète des composants et de leur fonctionnement :

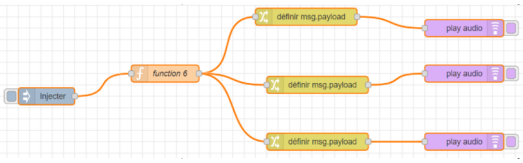



FIGURE 1 – Flot Node-RED de Traduction et Diffusion Multilingue.

1. **Injecteur** : Le node “Injecter” est le point de départ du flot, permettant à l’utilisateur d’introduire manuellement une phrase dans une phase de test. Lorsqu’il est activé, ce node injecte un message contenant la phrase à traduire dans le flux. Il sert ici d’élément déclencheur pour lancer le processus de traduction et de diffusion. Dans la future version opérationnelle, il sera remplacé par une des sorties du flot déjà existant [1].
2. **Fonction (Function 6)** : Ce node de fonction, nommé “function 6”, contient l’algorithme de traduction que nous avons défini précédemment. L’algorithme utilise du code JavaScript pour traiter la phrase injectée et la traduire dans plusieurs langues. À partir de la phrase de départ, l’algorithme génère des traductions en plusieurs versions linguistiques (anglais, arabe, français). Pour chaque langue cible, la fonction crée une sortie spécifique contenant la phrase traduite dans msg.payload, en plus d’informations sur la langue sélectionnée pour le message. Ainsi, la fonction répartit la phrase traduite en plusieurs flux distincts, chacun correspondant à une langue différente.
3. **Node “Définir msg.payload” (Change)** : Après la traduction, chaque message passe par un node “Change” qui formate le contenu pour la lecture audio. Chaque node “msg.payload” contient la version traduite de la phrase dans la langue souhaitée (français, arabe, anglais), garantissant que le contenu envoyé au lecteur audio est adapté à chaque langue.
4. **Node “Play Audio”** : Enfin, chaque message traduit est transmis à un node “Play Audio” qui a pour rôle de diffuser la phrase traduite en format audio. Ce node utilise les informations contenues dans msg.payload pour lire la traduction via un dispositif audio. En fonction de la langue définie, chaque lecteur audio diffuse la phrase dans une version linguistique différente, offrant ainsi une diffusion multilingue.

En résumé, le processus consiste à traduire et diffuser automatiquement une phrase en plusieurs langues, permettant ainsi une accessibilité audio multilingue simplifiée.

## 4 Conclusion

Cet article présente un algorithme de traduction multilingue sous Node-RED, convertissant des textes en français, anglais et arabe en audio pour améliorer l’accessibilité des maisons intelligentes, notamment pour les personnes aveugles ou malvoyantes. Cet algorithme se distingue par son approche multilingue unique, favorisant une inclusion numérique élargie, rarement abordée, ainsi que par son intégration sous Node-RED, qui combine simplicité et flexibilité d’utilisation. Bien que des défis demeurent, comme l’enrichissement du dictionnaire et l’optimisation de la reconnaissance vocale, cette solution favorise l’autonomie des utilisateurs handicapés et ouvre la voie à des développements adaptés aux besoins linguistiques et culturels. Après avoir développé et testé de façon unitaire ce traitement, notre perspective de travail est de l’inclure définitivement dans le traitement sous NodeRed déjà existant [1] afin de le tester à grande échelle sur un nombre important de personnes arabophones, anglophones et francophones.

## Références

[1] Dalcé, R., Serpa, A., Val, T., van Den Bossche, A., Vella, F., Vigouroux, N. (2023). *IDEALI : intuitively localising connected devices in order to support autonomy*. IRBM, 44(5), 100779.

[2] Van Den Bossche., A., Dalcé, R., Val. T., (2022). *LocURa4IoT-A testbed dedicated to accurate localisation of wireless nodes in the IoT*. IEEE Sensors Journal, 2 (6), pp.10.1109/JSEN.2021.3133066. hal-03466307.

[3] Dramas, F., Thorpe, S., Jouffrais, C., (2007). *Localisation d’objets pour les non-voyants par analyse d’image : analyse du besoin et prototypage*, Conférence Internationale sur l’accessibilité et les systèmes de suppléance aux personnes en situations de handicaps (ASSISTH 2007), Toulouse, Cépaduès.

[4] Strazdas, D., Hintz, J., Felßberg, A. M., Al-Hamadi, A. (2020). *Robots and wizards : An investigation into natural human-robot interaction*. IEEE Access, 8, 207635-207642.

[5] Salber, D. (1992). *Le projet Neimo : une plateforme Magicien d’Oz multimodale*, Proceedings of Quatrièmes Journées sur l’Ingénierie des Interfaces Homme-Machine, 66 -71.

[6] Minge, M., Thüring, M., Wagner, I., Kuhr, C.V. (2017). *The meCUE Questionnaire : A Modular Tool for Measuring User Experience*. In : Soares, M., Falcão, C., Ahram, T. (eds) *Advances in Ergonomics Modeling, Usability & Special Populations*. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 486. Springer, Cham. https ://doi.org/10.1007/978-3-319-41685-4-11.

# Approche couplée VAE et interpolateur pour l'émulation rapide d'images hyperspectrales

Chedly Ben Azizi[1] Claire Guilloteau[2,*] Gilles Roussel[1] Matthieu Puigt[2,*]

{chedly.ben-azizi, claire.guilloteau, gilles.roussel, matthieu.puigt}@univ-littoral.fr

[1] Université du Littoral Côte d'Opale
Laboratoire d'Informatique, Signal, Image de la Côte d'Opale (LISIC – UR 4491), 62219 Longuenesse

[2] IUT du Littoral Côte d'Opale, Université du Littoral Côte d'Opale
Laboratoire d'Informatique, Signal, Image de la Côte d'Opale (LISIC – UR 4491), 62219 Longuenesse

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Informatique - Imagerie*

**Résumé –** *La technologie d'imagerie hyperspectrale joue un rôle crucial dans l'extraction d'informations précieuses du spectre électromagnétique, ce qui permet d'obtenir des cubes de données spatiales et spectrales détaillées appelées images hyperspectrales (HSI). Cette technologie trouve des applications dans divers domaines tels que l'astrophysique, la surveillance agricole et la télédétection. La génération de données hyperspectrales haute fidélité est un élément essentiel des missions d'observation, mais implique traditionnellement des simulations numériques coûteuses. Ce défi peut être relevé en construisant un modèle statistique qui se rapproche de la distribution des données simulées. Ce processus est appelé émulation. Cet article présente une nouvelle approche d'émulation hyperspectrale associant un autoencodeur variationnel (VAE) et un interpolateur neuronal pour l'émulation rapide de HSI. Le VAE est entraîné à reproduire des données, et un interpolateur est ensuite utilisé pour lier les paramètres biophysiques à l'espace latent appris par le VAE. Cette méthode permet l'échantillonnage de HSI à partir de paramètres biophysiques de manière efficace et précise. Cette approche est évaluée sur les images couleur de l'océan issues du satellite Sentinel-3 et montre des améliorations significatives en termes de précision, d'efficacité et de synthèse des informations au niveau de la scène par rapport aux méthodes existantes.*

**Mots-clés –** *imagerie hyperspectrale, émulation, télédétection*

**Section(s) CNU pour cet article –** *61*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

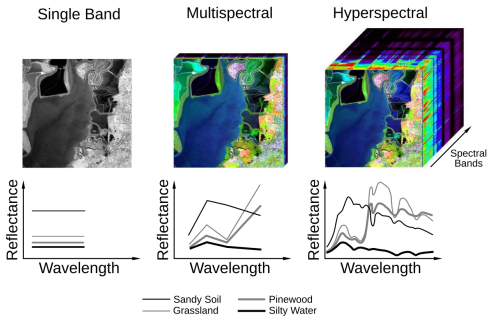



FIGURE 1 – De l'imagerie panchromatique (ou en niveau de gris) à l'imagerie hyperspectrale (source : Wikimedia).

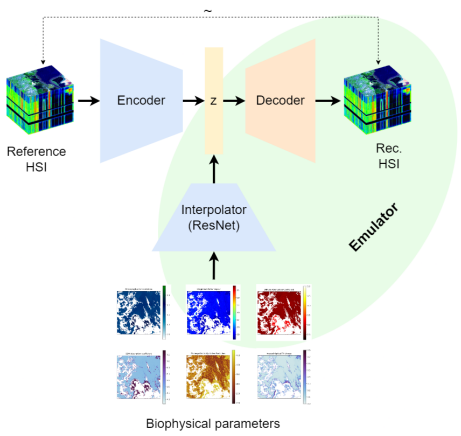



FIGURE 2 – Fonctionnement de l'émulateur proposé.

## 1 Introduction

L'imagerie hyperspectrale combine les avantages de l'imagerie et de la spectroscopie (fig. 1). Plus particulièrement, elle capture une description spatiale 2D et spectrale 1D d'une scène, fournissant un cube de données à haute résolution spectrale, appelé image hyperspectrale (HSI). Comparée à l'imagerie RGB, chaque pixel d'une scène est représenté par un spectre qui s'étale sur plusieurs longueurs d'ondes ou bandes spectrales. Si le nombre de bandes est réduit (une dizaine ou moins), on parle plutôt d'image multispectrale. Ses applications s'étendent à un large éventail de domaines, dont l'astrophysique, la surveillance agricole ou la télédétection [1]. La génération de données de haute fidélité est essentielle au succès des missions d'observation hyperspectrale, que ce soit pour le développement précoce d'algorithmes de traitement de données dédiés ou pour la conception de futures missions. Dans le cas particulier de la télédétection, des simulateurs capables de synthétiser des images satellites à partir de paramètres biophysiques ont été développés [2]. Cependant, une telle modélisation de la physique non-linéaire complexe nécessite généralement des simulations numériques coûteuses.

Le développement récent et rapide des techniques d'apprentissage automatique a conduit à la création de modèles statistiques capables d'approximer de tels simulateurs avec un degré de précision élevé pour une fraction du coût de calcul. Ces modèles, appelés émulateurs, sont en pratique construits à l'aide d'un ensemble de paires d'entrées-sorties. Ceux-ci peuvent être générés soit par un nombre limité d'exécutions de simulateur, soit extraits d'une mission d'observation, par exemple Sentinel-3 pour laquelle aucun simulateur n'est disponible. Cet ensemble d'entraînement est ensuite utilisé pour apprendre les paramètres d'un modèle de probabilité. Les travaux antérieurs sur l'émulation se sont concentrés sur les méthodes statistiques bayésiennes [3]. Les travaux actuels se focalisent sur l'apport des réseaux de neurones artificiels (ANN) [4].

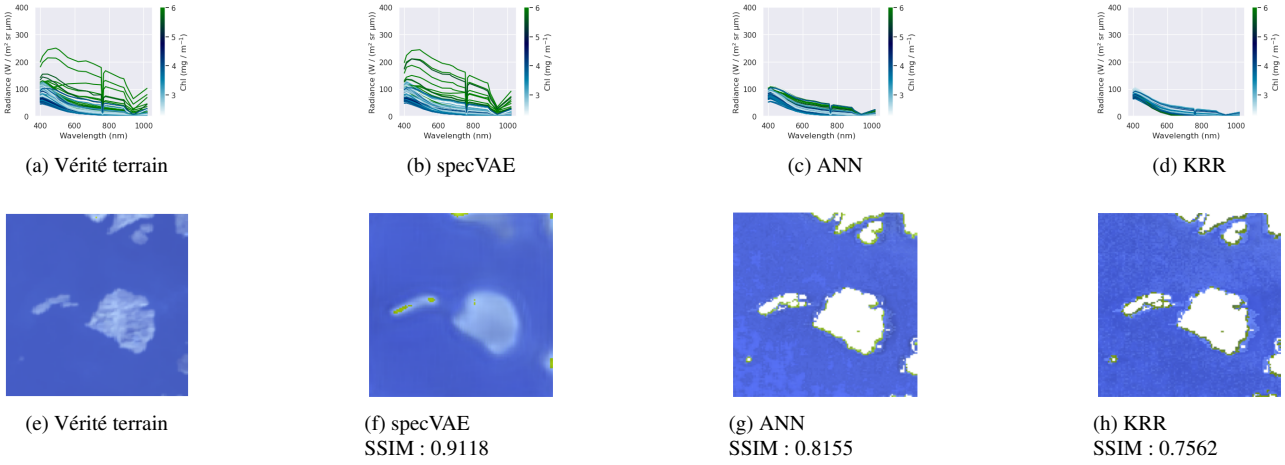
Bien que des méthodes d'émulations d'HSI aient été proposées, elles se concentrent principalement sur la synthèse de spectre à spectre, ce qui limite leur capacité à capturer les complexités inhérentes aux informations spatiales. Nous proposons au contraire une méthode d'émulation de HSI qui tient compte des informations spatiales.

## 2 Approche proposée

Dans ce travail, nous étudions la capacité d'un auto-encodeur variationnel (VAE) à émuler une HSI, lorsqu'il est couplé à un interpolateur et appliqué aux données de couleur de l'océan de Sentinel-3. Le processus d'émulation, décrit en fig. 2, comprend deux étapes principales. **(1) Un VAE est entraîné** pour reconstruire les données HSI d'entrée à partir d'une représentation latente de faible dimension apprise. L'encodeur utilise une architecture ResNet-18, tandis que le décodeur reproduit cette structure à l'envers. Cette conception permet une réduction efficace de la dimensionnalité et une reconstruction des données. **(2)** Une fois le VAE appris, l'encodeur est supprimé et **un interpolateur est entraîné** pour lier les paramètres biophysiques à l'espace latent appris. Le processus en deux étapes nous permet de séparer la synthèse et l'interpolation. Par conséquent, chaque composant peut être formé et validé indépendamment, ce qui facilite le réglage des hyperparamètres.

## 3 Expériences et résultats

Nous comparons notre approche proposée, baptisée specVAE, aux méthodes de régression crête à noyau (KRR) et d'ANN qui imitent les spectres individuels [4]. Leurs performances sont évaluées sur leur capacité à émuler des images couleurs de l'océan Sentinel-3. Cet ensemble de données comprend l'HSI de radiance et les paramètres biophysiques correspondants et comprend 100 000 paires de paramètres biophysiques et HSI, en mettant l'accent sur la concentration en chlorophylle-a, la matière totale en suspension et d'autres mesures pertinentes. Les images ont




(a) Vérité terrain (b) specVAE (c) ANN (d) KRR

(e) Vérité terrain

(f) specVAE
SSIM : 0.9118

(g) ANN
SSIM : 0.8155

(h) KRR
SSIM : 0.7562

FIGURE 3 – En haut : Spectres Sentinel-3 originaux (a) et émulés à l'aide de specVAE (b), ANN (c) et KRR (d). En bas : Compositions RVB d'une image Sentinel-3 originale (e) et émulée avec specVAE (f), ANN (g) et KRR (h).

TABLEAU 1 – Résultats obtenus et durées de traitement (en s).

| | MSE | SSIM (moy) | SA (moy) | $R^2$ | CPU (s) | GPU (s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ANN | 50.0067 | 0.8464 | 0.0588 | 0.6796 | 3.3271 | 0.8798 |
| KRR | 100.2000 | 0.7758 | 0.1177 | 0.4756 | **3.1305** | - |
| specVAE | **48.8302** | **0.8944** | **0.0469** | **0.8849** | 14.2600 | **0.3559** |

été recadrées à $128 \times 128$ pixels, garantissant un minimum de 40% de pixels d'eau. Les performances de l'émulateur ont été évaluées sur un sous-ensemble de données de validation composé de 250 HSI, correspondant à 4 096 000 spectres. Les résultats sont présentés dans le tableau 1. Les résultats montrent que specVAE surpasse à la fois KRR et ANN sur des mesures clés, notamment l'erreur quadratique moyenne (MSE), la mesure de l'indice de similarité structurelle (SSIM) et l'angle spectral (SA). SpecVAE atteint la meilleure qualité spatiale (SSIM) et la reconstruction spectrale la plus précise, correspondant aux statistiques de vérité fondamentale en termes de moyenne et d'écart type. Bien que specVAE ait des temps de traitement CPU plus longs que KRR et ANN, il est nettement plus rapide sur GPU. Les inspections visuelles (fig. 3) confirment que les scènes émulées par specVAE correspondent plus précisément à la couleur et aux caractéristiques spectrales des données Sentinel-3 originales, bien qu'un léger flou spatial soit noté (un problème courant dans les modèles basés sur VAE). Ainsi, specVAE démontre une précision et une efficacité supérieures dans l'émulation de HSI, en particulier dans les configurations prises en charge par le GPU.

## 4 Conclusion

Dans cette étude, nous avons introduit une nouvelle approche couplée VAE-Interpolateur efficace pour l'émulation d'images hyperspectrales, démontrant des améliorations substantielles en termes de précision, d'efficacité et de synthèse d'informations au niveau de la scène par rapport aux méthodes existantes. Notre méthode projette efficacement des paramètres biophysiques dans un espace latent de faible dimension et utilise ces projections pour générer une HSI haute fidélité. A l'avenir, nous proposons d'évaluer notre méthode sur la base d'un cadre pratique tel que la récupération de paramètres biophysiques. De plus, nous souhaitons étudier plusieurs stratégies pour atténuer le flou dû à l'utilisation d'une architecture VAE standard pour notre émulateur. Par ailleurs, d'autres DGN doivent être explorés pour l'émulation d'HSI tels que les GAN et les autoencodeurs de variables ladder (LVAE).

## 5 Remerciements

Ces travaux sont financés par le pôle MTE de l'ULCO, les EUR MAIA et IFSEA, et la région Hauts-de-France.

## Références

[1] J. M. Amigo. *Hyperspectral imaging*. Elsevier, 2019.

[2] A. Börner, L. Wiest, P. Keller, R. Reulke, R. Richter, M. Schaepman, and D. Schläpfer. Sensor : a tool for the simulation of hyperspectral remote sensing systems. *Photogramm. Eng. Remote Sens.*, 55(5-6) :299–312, 2001.

[3] J. L. Gómez-Dans, P. E. Lewis, and M. Disney. Efficient emulation of radiative transfer codes using gaussian processes and application to land surface parameter inferences. *Remote Sensing*, 8(2) :119, 2016.

[4] J. Verrelst, J. P. Rivera Caicedo, J. Muñoz-Marí, G. Camps-Valls, and J. Moreno. Scope-based emulators for fast generation of synthetic canopy reflectance and sun-induced fluorescence spectra. *Remote Sensing*, 9(9) :927, 2017.

# Estimation de la permittivité relative d'un sol à partir de mesures de sonde TDR à l'aide d'un algorithme génétique

Neveux Philippe[1,*]
philippe.neveux@univ-avignon.fr
[1] IUT d'Avignon
UMR 1114 EMMAH, AU - INRAE
301 rue Baruch de Spinoza
BP 21239
84911 Avignon cedex 9
France

**Thèmes –** *Autre*

**Résumé –** *Dans cet article, le problème de l'estimation de la permittivité relative $\varepsilon_r$ du sol à partir des mesures TDR est abordé. L'idée de base consiste à considérer $\varepsilon_r$ comme une fonction polynomiale. Par conséquent, l'estimation de $\varepsilon_r$ devient un problème d'identification des coefficients du polynôme susmentionné. L'optimisation est réalisée au moyen d'un algorithme génétique. Une attention particulière a été apportée à l'initialisation du problème afin de réduire le champ de recherche. Un exemple numérique montre l'efficacité de la technique proposée.*

**Mots-Clés –** *Problème inverse, sonde TDR, permittivité du sol, Algorithme génétique*

**Section(s) CNU pour cet article –** *60, 61*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** ~~*OUI*~~ */ NON*

## 1 Introduction

L'estimation de la teneur en eau d'un sol se fait par réflectométrie dans le domaine temporel (TDR) grâce à l'estimation de la permittivité du milieu. La technique TDR consiste en au moins deux tiges qui sont « enfoncées » dans le sol. À l'entrée des tiges, on impose une tension en échelon et on mesure la variation du courant à l'entrée de la ligne. Cette variation est liée à la teneur en eau du sol considéré. Des travaux originaux ont montré qu'il existe une relation entre la permittivité du sol et sa teneur en eau [1][2][3]. Ces premiers travaux ont permis d'estimer la permittivité apparente du sol à partir des signaux TDR. Bien qu'intéressante, cette information ne fournit aucune information sur le profil de la permittivité relative du sol en fonction de la profondeur.

Pour répondre à cette exigence, l'estimation de la permittivité en fonction de la profondeur est essentiellement réalisée au moyen d'algorithmes de recherche tels que l'algorithme génétique (AG) [4][5][6]. Dans ces articles, le problème est essentiellement lié aux milieux stratifiés avec un nombre limité de sections. Dans le présent article, nous présentons une approche dédiée aux milieux présentant une variation régulière de la permittivité. Dans ce contexte, nous considérons que cette variation peut être approchée efficacement par un polynôme. L'identification des coefficients de ce polynôme est réalisée à l'aide d'un AG. L'initialisation de l'algorithme est obtenue grâce à une observation heuristique sur la variation de l'intensité à l'entrée de la ligne.

## 2 Définition du problème

Le modèle de la ligne électrique peut être développé à partir des équations de Maxwell d'une manière générale [7], c'est-à-dire dans un cadre tridimensionnel. Dans le présent travail, nous nous intéressons à l'identification des paramètres du modèle 1D donné par les relations suivantes sous forme adimensionnelle [8] :

$$\mu_r \partial_t i(z,t) = -\partial_z v(z,t) - a i(z,t)$$
$$\varepsilon_r \partial_t v(z,t) = -\partial_z i(z,t) - b v(z,t)$$

où :

- $i(z,t)$ et $v(z,t)$ représentent le courant et la tension de la ligne à l'instant $t$ et à la position $z$,
- $\mu_r$ et $\varepsilon_r$ sont la perméabilité magnétique relative et la permittivité électrique relative du milieu,
- Les coefficients $a$ et $b$ correspondent aux pertes pendant le trajet de l'onde le long de la ligne. Nous supposons que le paramètre $a$ n'a pratiquement aucune influence sur l'intensité et que $b$ a la forme suivante : $b = b_0\sqrt{\varepsilon_r}$ où $b_0$ est connu grâce à des expériences d'étalonnage [1].

Les conditions aux limites sont :

- à $t = 0$, $i(z,0) = v(z,0) = 0$
- à $z = 0$, $v(0,t) = H(t)$ où $H(t)$ est la fonction Heavyside,
- à $z = 1$, $v(1,t) = R_T\, i(1,t)$ où $R_T$ est la résistance terminale de la ligne TDR.

L'objectif de cette étude est l'estimation du paramètre variable dans l'espace $\varepsilon_r(z)$ à partir de la mesure du courant à l'entrée de la ligne. En outre, nous supposons que la permittivité relative obéit à la relation polynomiale :

$$\varepsilon_r(z) = \sum_{j=0}^{N} q_j z^j$$

Cette hypothèse découle de l'observation que la variation de la permittivité est lisse dans la pratique, sauf pour les milieux stratifiés. Par conséquent, dans ce contexte, une fonction polynomiale est le candidat le plus évident. Les coefficients $q_j$ de la fonction proposée appartiennent à un vecteur $Q$. L'estimation optimale du vecteur $Q$ est recherchée par la minimisation du critère de coût suivant :

$$J_2 = \sum_{t=0}^{n} \left( i_m(0,t) - \hat{\imath}_Q(0,t) \right)^2$$

avec $n$ le nombre d'échantillons du courant d'entrée mesuré $i_m(0,t)$ et, $\hat{\imath}_Q(0,t)$ est le courant estimé avec un vecteur de paramètres $Q$ donné.

La minimisation du critère proposé sera effectuée à l'aide d'un AG (voir [4], [9] pour une présentation de l'AG).

## 3 La procédure d'identification

L'idée est d'utiliser le signal de mesure pendant la première réflexion. Pour estimer les paramètres de $\varepsilon_r(z)$, nous utilisons la propriété du signal TDR en représentation adimensionnelle selon laquelle l'amplitude du courant dans le premier trajet de l'onde est approximativement la racine carrée de $\varepsilon_r(z)$ lorsque le profil de la permittivité relative est lisse. Par conséquent, afin d'obtenir l'estimation initiale $Q^0$ des coefficients, nous procédons comme suit :

1) sélectionner le signal pendant ce premier voyage que nous appellerons le « signal informatif » $i_S(t)$,

2) élever le signal informatif au carré,

3) projeter $i_S^2$ sur l'intervalle $[0;1]$ pour obtenir le signal $\hat{\varepsilon}_r^0(z)$,

4) fitter $\hat{\varepsilon}_r^0(z)$ avec un polynôme (avec le degré qui entraîne le meilleur ajustement) pour obtenir $Q^0$.

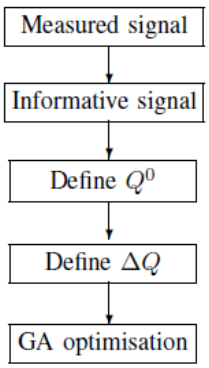



Figure 1 – Structure de la procédure d'identification

L'intérêt de cette initialisation est qu'elle réduit la zone de recherche des paramètres. L'approche proposée est synthétisée sur la figure 1 où $\Delta Q$ est la zone de recherche.

Ensuite, la mise en place de l'AG devrait se faire avec une population suffisamment grande pour garantir la convergence vers le minimum global dans la zone de recherche. Une attention supplémentaire doit être apportée dans l'AG à la contrainte sur $\varepsilon_r(z)$. En fait, nous savons que pour l'estimation de l'humidité du sol, la permittivité varie entre 1 et 80. Par conséquent, dans les opérations de génération, de croisement et de mutation qui apparaissent dans l'AG, nous devons toujours garder à l'esprit ces contraintes afin d'obtenir des résultats physiquement significatifs.

## 4 Etude de cas

Nous présentons un cas synthétique car une expérience est en cours de développement. Une analyse plus détaillée a été effectuée et est omise dans ce résumé. Un profil de permittivité a été généré (voir figure 2) et le signal TDR a été généré par simulation numérique.

En appliquant la méthodologie proposée, nous obtenons l'estimation initiale $Q^0$ :

$$Q^0 = \begin{Bmatrix} 11.447; 62.004; -300.33; 1117.4; \\ -2223.9; 2065.2; -711.51 \end{Bmatrix}$$

L'estimation optimale de $Q$ est :

$$\hat{Q} = \begin{Bmatrix} 11.5; 46.304; -210.34; 908.37; \\ -2061.8; 2077.7; -755.37 \end{Bmatrix}$$

La figure 2 montre que l'estimation correspond correctement au profil souhaité. En fait, sur l'intervalle $[0; 1]$, l'erreur d'estimation semble très faible. La principale source d'erreur provient du lissage introduit par le choix du degré du polynôme. L'augmentation de ce degré n'a pas conduit à une amélioration significative de l'erreur d'estimation.

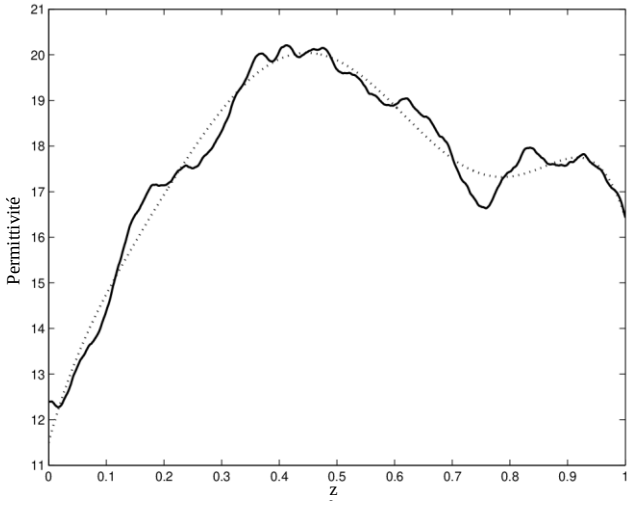



Figure 2 – Le profil de permittivité $\varepsilon_r(z)$ (trait plein) et son estimation par l'AG (pointillé).

## 5 Conclusions

Dans cet article, nous avons proposé une approche pour l'estimation du profil de permittivité relative du sol à partir d'une seule mesure TDR. L'idée principale consiste à sélectionner une partie dite informative du signal, à la projeter sur l'intervalle $[0; 1]$ et à fitter son carré avec une fonction polynomiale d'un degré choisi de manière adéquate. Ensuite, un AG est utilisé pour affiner les coefficients de ce polynôme afin de minimiser un critère de coût spécifié. Appliquée à des données synthétiques, l'approche proposée a montré son efficacité.

## Références


[1] K. Noborio, Measurement of soil water content and electrical conductivity by time domain reflectometry: a review, Computers and electronics in agriculture, vol. 31, pp. 213-237, 2001.

[2] C.H. Roth, M.A. Malicki and R. Plagge, Empirical evaluation of the relationship between soil dielectric constant and volumetric water content as the basis for calibrating soil moisture measurements by TDR, Journal of Soil science, vol. 43, pp. 1-13, 1992.

[3] G.C. Topp, "Electromagnetic determination of soil water content: measurements in coaxial transmission lines", Water ressources research, vol. 16, no. 3, pp. 574-582, 1980.

[4] B. Oswald, H.R. Benedickter, W. Bachtold and H. Fluhler, "Spatially resolved water content profiles from inverted time domain reflectometry signals", Water Resources Research, vol. 39, no. 12, pp. 15.1-15.19, 2003.

[5] P. Todoroff and J.D. Lan Sun Luk, "Calculation of in-situ soil water content profiles from TDR signal traces", Measurement science and technology, vol. 12, pp. 27-36, 2001.

[6] J.M Wraith, D.A. Robinson, S.B. Jones, and D.S. Long, "Spatially characterizing apparent electrical conductivity and water content of surface soils with time domain reflectometry", Computers and Electronics in Agriculture, vol. 46, pp. 239-261, 2005.

[7] P.G. Magnusson, G.C. Alexander and V.K. Tripathi, Transmission Lines and Waves Propagation, 3rd Edition CRC, Boca Raton, 1992.

[8] H. Bolvin, A. Chambarel and Ph. Neveux, "A Numerical Tool for Transmission Lines", in Proc. of International Conference on Computational Science, Atlanta, USA, 2005, pp. 271-278.

[9] E.K. Nyarko and R. Scitovski, "Solving the parameter identification problem of mathematical models using genetic algorithms", Applied mathematics and computation, vol. 153, pp. 651-658, 2004.

# La fin du VIH : une réalité envisageable?

Thomas Loustau[1*], Muhammad Kashif[1], Clémence Lelong[1], Clémentine Wallet[1], Christian Schwartz[1], Olivier Rohr[1]

thomas.loustau@unistra.fr, muhammad.kashif@unistra.fr, clemence.lelong@unistra.fr, clementine.wallet@unistra.fr, christian.schwartz@unistra.fr, olivier.rohr@unistra.fr

[1] IUT Louis Pasteur, Université de Strasbourg
Molecular Virology team - UPR CNRS 9002 IBMC

**Thèmes –** *Biologie - Santé*

**Résumé –**

*Le virus de l'immunodéficience humaine (VIH) représente un défi de taille dans la recherche biomédicale depuis sa découverte dans les années 1980. Responsable de la pandémie de syndrome d'immunodéficience acquise (SIDA), le VIH a causé des millions de décès dans le monde et continue d'infecter chaque année de nouvelles personnes malgré les avancées majeures en prévention, traitement et diagnostic. Grâce aux avancées des thérapies antirétrovirales (ARV), la gestion de la réplication virale et l'amélioration de la qualité de vie des patients infectés ont fait des progrès considérables. Cependant, ces thérapies ne conduisent malheureusement pas à une guérison du patient, rendant la santé de ces derniers dépendant d'un traitement à vie pour éviter un rebond viral. En effet, le virus demeure sous une forme latente dans des réservoirs cellulaires possédant un long temps de vie, tels que les lymphocytes T CD4+ mémoires ou encore la microglie. Ces réservoirs sont présents dans différents sites anatomiques, notamment le système nerveux central et les tissus lymphatiques associés à l'intestin, rendant difficile l'accès au virus et compliquant ainsi les tentatives d'éradication. Aujourd'hui, la recherche explore de nouvelles stratégies pour en venir à bout, avec des approches innovantes qui pourraient permettre un jour de comprendre en profondeur les mécanismes d'établissement et de persistance des réservoirs, et d'espérer la fin de l'infection au VIH. Ces nouvelles stratégies et l'avenir des thérapies contre le VIH seront décrites au sein de cet article.*

**Mots-Clés –** *Epidémiologie, virus VIH, traitements antirétroviraux, vaccins, immunothérapies, latence virale.*

## 1 Introduction et traitements actuels

En 2023, le monde comptait encore 38 millions de personnes vivant avec le VIH et 63000 personnes mortes des suites de l'infection (ONUSIDA, 2023). Sans traitement, l'infection par le VIH entraine une immunodépression, par déplétion quantitative et qualitative des cellules immunitaire lymphocyte T CD4+, principales cibles du virus. Cette immunodépression évolue vers le stade SIDA avec l'apparition de maladies opportunistes et inflammatoires conduisant au décès. Le pronostic de l'infection à VIH a été modifié avec la découverte des thérapies antirétrovirales (ARV) combinées. Les molécules antirétrovirales sont en général associées en trithérapies incluant des familles à actions pharmacologiques différentes. Ces trithérapies ciblent différentes étapes du cycle de multiplication du virus, permettant de réduire sa réplication. Malgré les avancés, la prise en charge de l'infection doit faire face à plusieurs enjeux. L'efficacité des ARVs est conditionnée par une prise quotidienne stricte et une mauvaise observance de la part des personnes sous traitement peut entrainer l'inefficacité de ce dernier ainsi que favoriser la sélection de variants viraux résistants. Sur le plan médico-économique, la prise en charge thérapeutique et le suivi clinique de l'infection à VIH ont également un cout important en termes de santé publique et engendre des disparités fortes avec seulement 70% des personnes atteintes du VIH ayant aujourd'hui accès aux ARVs.

Mises ensemble, ces limitations sont autant d'arguments aux efforts de recherches fournis pour la mise au point de stratégies curatives de l'infection à VIH permettant l'éradication du virus de l'organisme. Cette éradication est avortée en raison de la forte capacité du VIH à intégrer rapidement le génome des cellules de son hôte et d'y persister à long terme sous forme latente. L'ensemble des cellules ayant intégré le virus à l'état latent est qualifié de réservoir viral. La caractérisation et l'étude de stratégies permettant l'élimination du réservoir viral sont donc primordiales et constitue le dernier palier thérapeutique conduisant à l'éradication du VIH.

## 2 Les stratégies de guérison

Actuellement, deux stratégies sont à l'étude : la 1ère vise une guérison stérilisante, cherchant à éliminer toutes traces de virus, et la 2ème consiste en une guérison fonctionnelle par réduction de la taille des réservoirs, afin d'atteindre un contrôle à long terme de la réplication virale. La guérison stérilisante a pour objectif de reproduire les fameux cas des patients de Berlin et de Londres, parmi les rares personnes guéris du VIH. Ils avaient reçu une greffe de cellules souches hématopoïétiques ne possédant pas le récepteur CCR5 à leur surface, récepteur permettant normalement au VIH de rentrer dans les cellules. Mais ce type de greffe est associé à un risque élevé de mortalité et ne garantit pas l'éradication du virus.

Deux approches de guérison fonctionnelle sont envisagées et sont focalisées sur le contrôle des réservoirs latents du VIH. L'approche nommée « shock and kill » visant à réactiver le virus puis à éliminer les cellules infectées. Et l'approche « block and lock » consistant à rendre le VIH-1 silencieux de façon permanente. La stratégie du « block and lock » est basée sur l'utilisation d'agents favorisant la latence (Latency promoting agent : LPA) et capable de supprimer les niveaux résiduels de transcription virale dans les cellules infectées latentes [1].

La stratégie du « shock and kill » est basée sur l'utilisation d'agents surpresseurs de la latence (Latency reversing agent : LRA) pour réactiver la transcription et la réplication du VIH dans les cellules réservoirs afin de les rendre visibles aux cellules immunitaires cytotoxiques. Les LRAs différent par leur mode d'action et leur cibles [1]. Une efficacité sur la réactivation virale *ex vivo* et parfois *in vivo* a été montré, cependant aucun LRA n'avait d'action sur la diminution des réservoirs viral et certains LRAs présentent une toxicité cellulaire [2]. Ces données ont poussé les chercheurs à admettre que, des combinaisons de deux agents ou plus avec des mécanismes d'actions différents sont nécessaires, tout comme la découverte d'autres cibles pour les LRAs.

Dans cette perspective, nos travaux se sont portés sur le facteur de transcription CTIP2, fortement exprimé dans le réservoir anatomique du système nerveux central représenté par les macrophages résidents.

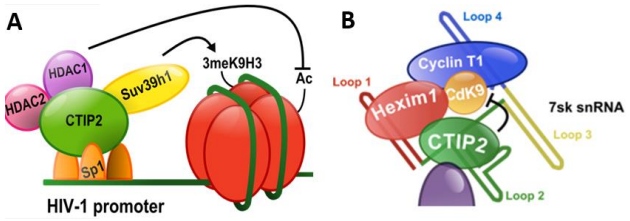



Figure 1 – Influence du facteur CTIP2 dans l'établissement (A) et la persistance (B) de la latence virale.

CTIP2 joue un rôle central dans l'établissement et la persistance de la latence, en servant de plateforme d'ancrage à de multiples complexes protéiques induisant la formation d'hétérochromatine au niveau du promoteur viral (Fig . 1A) ou l'inactivation du complexe de transcription P-TEFb (Fig. 1B) [3]. L'identification des mécanismes régulant l'expression de CTIP2 et de l'ensemble de ses partenaires d'interactions dans les cellules infectées, contribuerait sans doute à la mise en place de nouvelles stratégies thérapeutiques aussi bien dans le « shock and kill » que dans le « block and lock ».

## 3 Réponses immunitaires et vaccins préventifs

Les vaccins restent un pilier fondamental pour espérer atteindre une éradication du VIH-1, que ce soit en prévention ou en tant que thérapie curative.
Les anticorps neutralisants à large spectre (appelés bNAbs), capables de cibler plusieurs souches du VIH, sont en cours de développement. Ils peuvent se lier à différentes parties de l'enveloppe virale, empêchant ainsi l'entrée du virus dans les cellules hôtes [4]. Des essais cliniques ont montré que des injections de bNAbs pouvaient temporairement réduire la charge virale chez les personnes (Fig. 3) [5]. Cependant, leur coût, leur administration fréquente, et la variabilité de réponse inter-individus posent des défis une application généralisée.

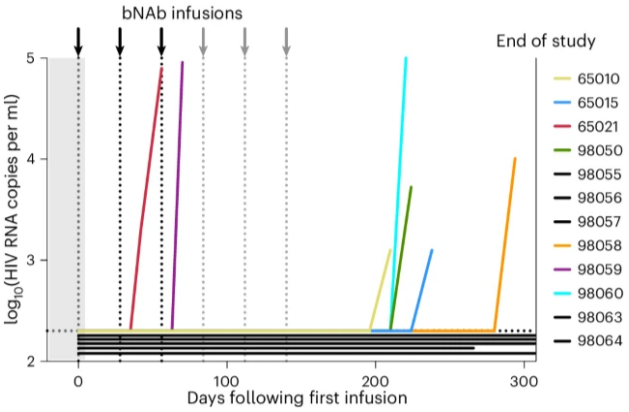



Figure 2 – Charge virale dans le sang de patients (numéro à droite) sur les 300 jours suivants les injections de bNAbs. Sur 12, 5 patients ne présentent pas d'expression virale 1 an après.

D'autre part, les vaccins thérapeutiques visent à renforcer la réponse immunitaire contre le VIH chez les individus déjà infectés. En combinaison avec les bNAbs, ils pourraient activer une réponse immune plus forte et spécifique contre les réservoirs latents. Plusieurs vaccins, basés sur des vecteurs viraux [6] ou des peptides synthétiques [7], sont actuellement en phase d'essais cliniques, avec des résultats prometteurs mais encore limités. Le succès de ces vaccins pourrait potentiellement transformer la gestion du VIH en permettant aux patients de contrôler le virus sans ARV continus.

## 4 Perspectives de demain

Les recherches les plus avancées explorent les thérapies géniques, dans le but d'introduire dans les cellules infectées du matériel génétique. Une des cibles principales actuellement est l'édition du récepteur CCR5, essentiel pour l'entrée du VIH dans les cellules. La technologie CRISPR-Cas9, permettant de modifier de façon spécifique les nucléotides d'un gène, est testée pour cibler directement le génome viral intégré, supprimant ou inactivant le provirus [8]. Cependant, des défis liés à la spécificité restent à résoudre pour que ces approches soient viables chez l'humain.
Les immunothérapies cellulaires, comme les cellules T modifiées (appelées CAR-T), sont également à l'étude pour cibler et détruire les cellules infectées latentes. Elles consistent à prélever les lymphocytes T de patient afin de les modifier pour qu'ils soient en mesure d'identifier et cibler le VIH [9]. Ces thérapies présentent des perspectives de guérison fonctionnelle en entraînant une réponse immunitaire ciblée et prolongée contre le VIH [10]. Toutefois, leur application généralisée reste limitée par des défis logistiques et financiers.

## 5 Conclusions

La thérapie antirétrovirale a considérablement amélioré la prise en charge de l'infection par le VIH, ainsi que la survie des patients. Malgré cela, l'arrêt de la thérapie conduit à un rebond qui se produit à partir de réservoirs cellulaires de virus latents. La fin du VIH-1 semble aujourd'hui une possibilité complexe mais envisageable, portée par des avancées scientifiques et technologiques. Pour réaliser cet objectif, il est crucial de continuer à développer des approches combinées, en associant thérapies géniques, immuno-modulation et nouvelles molécules antivirales. La recherche doit aussi se concentrer sur des solutions abordables et adaptées aux contextes socio-économiques de chaque région. L'éradication du VIH-1 représenterait non seulement une avancée médicale sans précédent, mais également un pas historique vers une amélioration de la santé mondiale.

## Références


[1] G. Darcis *et al.*, 'An In-Depth Comparison of Latency Reversing Agent Combinations in Various […] HIV-1 Latency Models […], *PLoS Pathog*, Jul. 2015.
[2] A. Ait-Ammar *et al.*, 'Current Status of Latency Reversing Agents Facing the Heterogeneity of HIV-1 Cellular and Tissue Reservoirs', *Frontiers in Microbiology*, 2020.
[3] C. Wallet *et al.*, 'Microglial Cells: The Main HIV-1 Reservoir in the Brain', *Front Cell Infect Microbiol*, 2019.
[4] R. Kong *et al.*, 'Antibody Lineages with Vaccine-Induced Ag-Binding Develop HIV Neutralization', *Cell*, Jul. 2019.
[5] B. Julg *et al.*, 'Safety and antiviral effect of a triple combination of HIV-1 broadly neutralizing antibodies: a phase 1/2a trial', *Nat Med*, Sep. 2024.
[6] B. Julg *et al.*, 'Immunogenicity of 2 therapeutic mosaic HIV-1 vaccine strategies in individuals with HIV-1 on antiretroviral therapy', *Vaccines*, May 2024, doi: 10.1038/s41541-024-00876-2.
[7] Y. Tian *et al.*, 'Development of therapeutic vaccines for the treatment of diseases', *Mol Biomed*, Dec. 2022.
[8] W. Khamaikawin *et al.*, 'CRISPR/Cas9 genome editing of CCR5 combined with C46 HIV-1 fusion inhibitor for cellular resistant to tropics HIV-1', *Sci Rep*,, May 2024.
[9] G. Campos-Gonzalez *et al.*, 'Opportunities for CAR-T Cell Immunotherapy in HIV Cure', *Viruses*, Mar. 2023.
[10] Y. Mao *et al.*, 'Efficacy and safety of novel multifunctional M10 CAR-T cells in HIV-1-infected patients: a phase I, multicenter, open-label study', *Cell Discov*, May 2024.

# Oscilloscope numérique USB utilisé comme une carte d'acquisition versatile et programmable: spécification des performances en association avec un Raspberry Pi

Nour Ahmad[1] Clément Dezord[2,3] Taha Saddiki[1] Chahine Abbas[1,*] Gilles Micolau[3]

chahine.abbas@univ-avignon.fr

[1] IUT d'Avignon / Laboratoire EMMAH
(UMR 1114 INRAE - Université d'Avignon)

[2] IUT Montpellier-Sète / Institut d'Electronique et des Systèmes
(UMR 5214 CNRS - Université Montpellier)

[3] Laboratoire Souterrain à Bas Bruit
(UAR 3538 CNRS - Université d'Avignon)

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Instrumentation, Électronique.*

**Résumé –** *Ce travail présente la spécification des performances temporelles de l'association d'un oscilloscope numérique et d'un micro-ordinateur, en particulier vis-à-vis de la fenêtre aveugle inhérente à la sauvegarde des mesures. Les résultats obtenus permettent d'utiliser un tel instrument comme une carte d'acquisition programmable et pilotable à distance, dédiée à la mesure environnementale sur le temps long et s'inscrit dans une démarche de technologie adaptée.*

**Mots-clés –** *Technologies adaptées, oscilloscope numérique USB, Raspberry Pi, mesures environnementales.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *63*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

# 1 Introduction

Dans le cadre de nos travaux menés au LSBB, nous reconvertissons des dispositifs géants (câbles conducteurs de longueur kilométrique) en antennes de réception. Les contraintes géographiques, techniques, et financières, nous amènent à les instrumenter dans une démarche de technologie dite adaptée [1]. Un enjeu scientifique visé consiste à mesurer la tension spontanée à leurs bornes pour détecter des évènements électromagnétiques environnementaux. La taille des dispositifs impose une bande passante du mHz à la centaine de kHz et des calibres d'intérêt de la dizaine de mV (pour les dispositifs enterrés) à la dizaine de volts (pour les dispositifs en surface). Ces mesures n'ont pas vocation à être traitées en temps réel. Elle nécessitent une carte d'acquisition paramétrable, versatile et connectable à distance pour le pilotage et le stockage des mesures. Or les dispositifs du commerce possédant toutes ces spécifications sont rarissimes, tant ils sont optimisés pour une utilisation définie. D'autre part, l'évolution récente des performances des oscilloscopes numériques leur permet de rivaliser avec les cartes d'acquisition modernes. Ces instruments, initialement dédiés à visualiser des tensions électriques, permettent aujourd'hui de les numériser (échantillonnage, quantification et enregistrement). Du fait de leur usage premier, ils offrent la possibilité de régler les paramètres de numérisation, notamment la fréquence d'échantillonnage, le calibre et parfois même la résolution numérique. Parmi les oscilloscopes numériques, certains dits USB n'ont qu'une interface virtuelle. Leur face avant présente seulement des entrées et sorties BNC. L'interface graphique est assurée par un logiciel propriétaire. Les fabricants rendent également disponibles aux utilisateurs les drivers et bibliothèques nécessaires pour interfacer leur matériel avec un ordinateur. Ces fichiers sont distribués sous la forme d'un kit de développement logiciel (dont l'acronyme anglais est SDK) et sont accompagnés d'un guide du programmeur [1] et d'exemples d'utilisation [2]. Afin de partager ouvertement notre expérience sur le détournement de ces instruments de leur fonctionnalité originelle, nous proposons de démontrer la possibilité d'utiliser un oscilloscope numérique USB comme une carte d'acquisition programmable, versatile, pilotable à distance et dédiée à la mesure environnementale sur le long terme. L'attention sera en particulier portée sur la spécification des performances, notamment en terme de disponibilité temporelle, de l'association d'un oscilloscope numérique USB et d'un micro-ordinateur.

# 2 Interfaçage du Picoscope 5224D

Dans ce travail, nous avons choisi d'associer un Raspberry Pi 3B et un Picoscope 5224D [4]. Cet instrument à deux canaux peut stocker jusqu'à 128 millions d'échantillons, à une fréquence d'échantillonnage allant jusqu'à 1 GHz (200 MHz de bande passante) et avec une dynamique d'encodage réglable de 8 à 16 bits. Il propose plusieurs modes de fonctionnement qui se distinguent par la gestion de la mémoire de l'instrument. Les deux principaux modes sont le mode dit *par blocs* qui consiste à réaliser une mesure, à la stocker dans la mémoire de l'instrument puis à la transférer à l'ordinateur de contrôle ; et le mode dit *continu* qui consiste à téléverser en temps réel les données mesurées dans la mémoire de l'ordinateur qui pilote l'oscilloscope. Par la suite, nous nous proposons de spécifier les performances de la chaîne Raspberry Pi-Picoscope, ce dernier étant interfacé en python et fonctionnant en mode *par blocs*. En particulier, nous nous intéressons à comment évolue la disponibilité temporelle du Picoscope en fonction des paramètres d'échantillonnage.

# 3 Méthodologie de spécification

La structure de base d'un script python dédié à l'interfaçage du picoscope consiste à ouvrir et paramétrer la communication USB avec l'instrument, à paramétrer les conditions d'acquisition, à lancer l'acquisition, à transférer les données, à les enregistrer puis à fermer la communication USB. Un tel script peut être inséré dans une boucle pour enchaîner les mesures et intégrer un chronomètre permettant de mesurer la durée entre deux mesures consécutives. Les données mesurées sont enregistrées au format texte. La quantité d'information stockée ne dépend donc ni de la fréquence d'échantillonnage ni de la dynamique utilisée pour la conversion numérique mais seulement du nombre total d'échantillons.
La durée totale d'indisponibilité $t_{indis}$ de l'oscilloscope comprend le transfert des données, leur sauvegarde dans un fichier texte et la fermeture/ouverture du port série. Cette durée contient deux contributions : l'une, constante, est liée à la création, l'ouverture et la fermeture d'un fichier texte et à l'ouverture et la fermeture de la liaison USB ; l'autre, variable, dépend de la longueur de l'échantillon et comprend le transfert des données via la liaison USB, leur conversion en valeur compréhensible et leur écriture dans un fichier texte. Le Raspberry Pi consacrant une partie de ses ressources à cette activité, il est important de noter que la durée d'indisponibilité peut varier d'une mesure à l'autre.

# 4 Résultats

Pour spécifier les performances de cette association, nous réalisons des acquisitions en fixant la dynamique à 16 bits, la fréquence d'échantillonnage $f_{ech}$ à environ 9 MHz et en faisant varier le nombre d'échantillons $N_{ech}$. Une instruction python mesure systématiquement le temps $t_{total}$ écoulé entre le début de deux mesures successives. Pour tenir compte des variations de disponibilités de ressources du Raspberry, nous réalisons 20 acquisitions successives.
La figure 1 présente l'évolution du temps moyen en fonc-

tion du nombre d'échantillons. Les barres d'incertitudes correspondent à l'écart-type sur les 19 mesures réalisées. On observe bien un comportement affine correspondant à

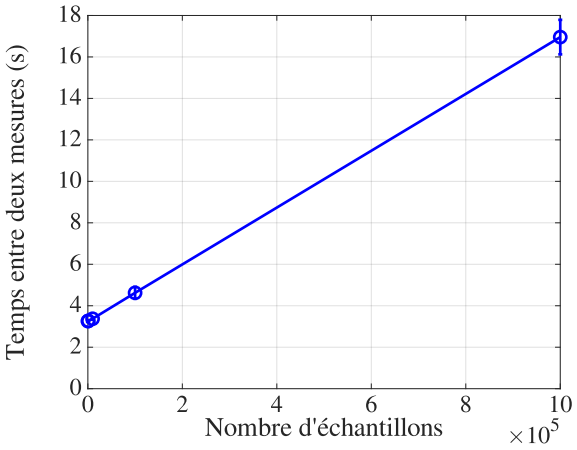



FIGURE 1 – Durée moyenne entre deux acquisitions consécutives en fonction du nombre d'échantillons.

la contribution fixe et la contribution variable au temps total. Une interpolation linéaire permet d'obtenir une relation entre $t_{total}$ et $N_{ech}$. En notant

$$t_{total} = aN_{ech} + b \tag{1}$$

on obtient $a = 13,7$ $\mu$s/échantillon et $b = 3,25$ s.

Le temps de mesure, noté $t_{mes}$, dépend quant à lui du nombre d'échantillons et de la fréquence d'échantillonnage :

$$t_{mes} = N_{ech}/f_{ech} \tag{2}$$

On s'intéressera par la suite au rapport entre le temps d'indisponibilité et le temps total d'utilisation, noté $\gamma$ et défini par :

$$\gamma = \frac{t_{indis}}{t_{total}} = \frac{t_{total} - t_{mes}}{t_{total}} = 1 - \frac{t_{mes}}{t_{total}} \tag{3}$$

En combinant les équations (1), (2) et (3), on peut définir, pour chaque valeur de $\gamma$, la relation suivante entre $N_{ech}$ et $f_{ech}$ :

$$f_{ech} = \frac{N_{ech}}{(1-\gamma)(aN_{ech} + b)} \tag{4}$$

La figure 2 présente les limites expérimentales que cette relation instaure pour différentes valeurs de $\gamma$ exprimées en pourcentage. Choisir un couple $(N_{ech}, f_{ech})$ en dessous de la ligne bleue garantit que la fenêtre aveugle du picoscope sera inférieure à 0,01% de son temps d'utilisation. Des lignes de $t_{mes}$ constant sont représentées en pointillés faisant de cette figure un abaque permettant de déterminer les conditions d'échantillonnage correspondant à une durée d'acquisition et une proportion de fenêtre aveugle.

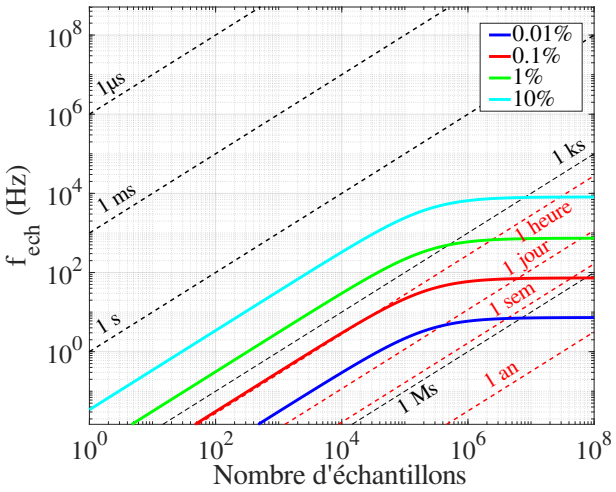



FIGURE 2 – Plusieurs limites correspondant à différentes valeurs de $\gamma$.

## 5 Conclusion et perspectives

La spécification des performances temporelles de l'association d'un oscilloscope numérique USB et d'un Raspberry Pi a permis de déterminer les conditions expérimentales qui permettent d'utiliser un picoscope comme une carte d'acquisition programmable et pilotable à distance en s'assurant de l'étendue de la fenêtre aveugle inhérente à la sauvegarde des mesures. La méthodologie proposée peut être utilisée pour spécifier de futurs scripts d'interfaçage optimisés. On peut en particulier envisager de réaliser des économies sur la contribution fixe en laissant ouverte la communication entre deux acquisitions et sur la contribution variable en enregistrant directement les niveaux de quantification plutôt que les valeur en mV.
Les choix technologiques réalisés dans ce travail, c'est à dire l'interfaçage en python via un Raspberry PI 3B, permettent d'envisager à très court terme l'intégration d'un picoscope dans le banc de mesure existant opéré au LSBB par l'équipe de Physique de l'Université d'Avignon [1].

## Références


[1] Dezord, C., Micolau, G., Abbas, C., Mesgouez, A., Di Borgo, E. P. (2023). Reliable, versatile and remotely controlled instrumentation of an hectometric loop antenna using appropriate technologies. HardwareX, 15, e00463.

[2] https ://www.picotech.com/download/manuals/picoscope-5000-series-a-api-programmers-guide.pdf

[3] https ://github.com/picotech

[4] https ://www.picotech.com/oscilloscope/5000/flexible-resolution-oscilloscope

# L'homophilie des profils de bien-être au travail dans le contexte d'équipes de travail

Sophie Szymkowiak[1,*] Jordane Creusier[2] Franck Biétry[3]

sophie.szymkowiak@univ-littoral.fr jordane.creusier@univ-littoral.fr franck.bietry@unicaen.fr

[1] IUT du Littoral Côte d'Opale, Université du Littoral Côte d'Opale, CNRS
Lille Economie Management LEM, UMR 9221

[2] Université du Littoral Côte d'Opale, CNRS
Lille Economie Management LEM, UMR 9221

[3] Université de Caen Normandie,
Normandie Innovation Management Entreprise Consommation NIMEC, UR 969

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Sciences de Gestion – Ressources Humaines*

**Résumé –** *Si les amis de nos amis, ou même les amis d'amis de nos amis sont heureux alors nous sommes plus susceptibles de le devenir [6]. Mais qu'en est-il au travail ? Est-ce que les collaborateurs aux mêmes profils de bien-être au travail (BET) ont davantage tendance à lier des relations ? Pour répondre à ce questionnement, le rapprochement des littératures sur le BET et sur l'analyse des réseaux (ARS) nous amène à observer si les réseaux de collaboration et d'affinité interpersonnelle sont déterminés par l'homophilie de profils de BET. L'étude menée auprès d'un laboratoire de recherche d'une université de taille moyenne montre qu'il existe une structure de réseaux particulière entre les différents profils de BET mais que l'homophilie ne semble pas en être la cause. Ces structures de réseaux pourraient être la résultante d'autres tendances sociales, de la multiplexité des réseaux ou de processus relationnels. Enfin, il n'est pas à exclure que ce soient les structures de réseaux qui déterminent le profil de BET par un effet de contagion sociale [4].*

**Mots-clés –** *Homophilie, BET, Analyse des Réseaux, Équipes*

**Section(s) CNU pour cet article –** *Section CNU 06*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Introduction

L'homophilie, la tendance à s'associer avec des personnes semblables, constitue le phénomène social le plus répandu et le plus solidement documenté. Les individus qui se ressemblent ont tendance à vivre, travailler et se socialiser ensemble. Ils nouent plus souvent des liens avec des individus semblables, les liens ont tendance à s'équilibrer par un effet de transitivité et les interactions ont tendance à se répéter [2]. L'homophilie influence positivement la proximité affective et la confiance, la qualité des échanges entre membres et leaders, la coordination, la compréhension interpersonnelle, la fréquence des interactions et de la communication, ainsi que la persistance de la relation [4]. La théorie de la similarité et de l'attraction [3] est mobilisée pour expliquer ces résultats positifs. Compte tenu de l'importance des relations sociales dans de nombreuses sphères de la vie organisationnelle, il nous a semblé pertinent de mobiliser ce mécanisme social pour savoir si les réseaux de collaboration et d'affinité interpersonnelle dans les équipes de travail pourraient être liés à une homophilie des profils de BET.

Tableau 1 – Description de l'échantillon.

| **Genre** | | **Ancienneté moyenne** | 15,3 ans |
|---|---|---|---|
| *Homme* | 25 | | |
| *Femme* | 6 | **Age moyen** | 46,9 ans |

## 2 Homophilie des profils de BET dans les équipes de travail ?

L'homophilie peut être basée sur les statuts (caractéristiques socio-démographiques ou individuelles), sur les valeurs (réussite, reconnaissance sociale), sur les caractéristiques psychologiques (intelligence, attitudes et aspirations), ainsi que sur les émotions (satisfaction au travail, OCB) [4, 7]. Des similitudes entre les collaborateurs dans les affects positifs et négatifs ont été trouvées au niveau du groupe de travail [4]. La proximité relationnelle ainsi que les contacts directs et intenses génèrent une conformité sociale et une uniformité au niveau des attitudes et des comportements. L'analyse des réseaux sociaux (ARS) s'attache à comprendre le monde social en observant les échanges réticulaires au niveau méso-sociologique. Elle postule que les individus se caractérisent par leurs interactions. Les relations sociales vont déterminer les représentations sociales et les comportements. Le concept de BET a été appréhendé suivant différentes perspectives (individualistes, collectives et structurelles) mais peu de ces propositions ont occulté l'importance d'un bien-être relationnel. Nous mobilisons l'échelle « EPBET » [1] dans laquelle le BET est défini comme un état psychologique positif résultant d'une évaluation affective et cognitive favorable des expériences professionnelles. Elle est constituée de 12 items et 4 dimensions. Elle évalue ainsi les rapports positifs aux collègues de travail (REL), au manager direct (MAN), à l'environnement physique de travail (ENV) et aux temps traduisant une compatibilité perçue entre les différentes temporalités sociales (TEM). Sa validité externe a été confirmée dans plusieurs contextes culturels et avec des approches centrées sur les variables puis les profils.

Tableau 2 – Matrice des corrélations.

| | REL | TEM | ENV |
|---|---|---|---|
| TEM | -0.154 | | |
| ENV | 0.605 | -0.208 | |
| MAN | 0.531 | 0.211 | 0.464 |

## 3 Résultats

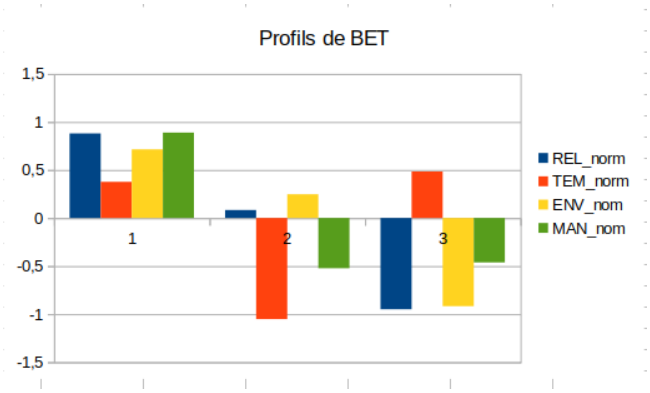



Figure 1 – Profils de BET obtenus dans le cas étudié.

Dans cet article, nous nous intéressons aux profils de BET et aux réseaux de collaboration et d'affinité interpersonnelle des permanents d'un laboratoire de recherche en science dure d'une université de taille moyenne (tableau 1). Des observations, des discussions sur le vif et la diffusion d'un questionnaire, nous ont permis de déterminer des profils de BET et de reconstituer les réseaux de collaboration et d'affinité interpersonnelle. L'échantillon est composé de 31 collaborateurs (tableau 1). Nous constatons l'absence de corrélation entre les dimensions de l'échelle EPBET (tableau 2). Trois profils ressortent (figure 1) : P1 « bien-être élevé » (35,5% de l'échantillon), P2 « bien-être déficitaire sur les temps sociaux et le management » (29%) et P3 « bien-être déficitaire sur les relations avec les collègues et l'environnement matériel de travail » (35,5%). Nous mobilisons le modèle ERGM (Exponential Random Graph Model) pour observer si la structure des réseaux de collaboration et d'affinité interpersonnelle est la conséquence d'une homophilie des profils de BET. Pour ces deux réseaux, les résultats (tableau 3) sont identiques. Des structures spécifiques existent entre les différents profils de BET (signi-

Tableau 3 – Paramètres estimés par le modèle ERGM pour le réseau de collaboration dans le cas étudié.

| | Estimation | Ecart-type | Z-valeur | Pr(>\|z\|) | Significativité |
|---|---|---|---|---|---|
| edges | -5.19402 | 0.32436 | -16.013 | <1e-04 | *** |
| mutual | 33.22380 | 0.39793 | 8.101 | <1e-04 | *** |
| nodefactor.BET.1 | 1.03936 | 0.24689 | 4.210 | <1e-04 | *** |
| nodefactor.BET.2 | 1.17781 | 0.24589 | 4.790 | <1e-04 | *** |
| nodefactor.BET.3 | 0.95424 | 0.24063 | 3.966 | <1e-04 | *** |
| nodematch.BET | 0.05579 | 0.23621 | 0.236 | 0.813 | |
| Codes de signif. : 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 | | | | | |

ficativité forte des paramètres « nodefactor »). Cependant, elles ne semblent pas être la conséquence d'une homophilie des profils de BET (paramètre « nodematch » non significatif). Ces résultats semblent compréhensibles dans le réseau de collaboration puisqu'il véhicule des ressources, des connaissances et des informations tangibles à des fins instrumentales. Ce réseau est donc moins sensible aux tendances sociales (homophilie, influence). À l'opposé, le réseau d'affinité interpersonnelle transmet du soutien social, des affects et un sentiment d'appartenance. Les liens devraient y être plus solides, plus intimes, plus nombreux et les individus plus similaires. Ce résultat pourrait être dû au contexte particulier de l'étude. En effet, l'université est composée de plusieurs composantes (IUT, Université, école d'ingénieurs) et est implantée sur plusieurs sites distants. Certains enseignant-chercheurs ont un bureau sur le site de leurs enseignements et un autre sur le site du laboratoire. Ils sont alors plus enclins à se lier avec ceux qu'ils côtoient le plus. Par ailleurs, l'étude d'un laboratoire de recherche amène de facto à des regroupements en fonction des thématiques de recherche. Enfin, l'organisation et le climat de travail ainsi que le leadership du directeur du laboratoire et des chefs d'équipes seraient aussi des éléments à prendre en compte.

## 4 Conclusion

Dans cet article, nous montrons que la structure des réseaux de collaboration et d'affinité interpersonnelle ne peut être due à une homophilie des profils de BET. Si l'homophilie peut être induite par des choix, elle l'est aussi par des facteurs structurels (opportunités ou contraintes) [5]. Phénomène fondamentalement dyadique et transitif, il serait pertinent d'étudier différents niveaux d'analyse. La prise en compte d'autres tendances sociales ou processus relationnels serait une autre perspective à envisager. Les travaux de Asch (1951) montrent ainsi que non seulement les groupes fonctionnement selon des normes mais ils incitent aussi les individus à se comparer selon ces normes nouvellement créées. Cette conformité sociale varie selon la taille du groupe. Elle diminue au delà de quatre individus. En outre, elle est reliée au type de tâches, au sentiment de compétence vis à vis de la tâche à accomplir, au moment à partir duquel les individus arrivent dans le groupe et au contexte dans lequel se trouve l'individu (proximité physique et système symbolique). Dernière née des disciplines de la psychologie, la psychologie communautaire propose d'adopter une conception systémique des dynamiques sociales pour rechercher des « modes de gestion des problématiques psychosociales individuelles, groupales et sociétales » [8]. Elle réaffirme la nécessité de contextualiser le bien-être en agissant sur les dynamiques personne-environnement.

## Références


[1] Biétry, F., & Creusier, J. (2015). Le bien-être au travail : les apports d'une étude par profils. Relations industrielles/Industrial relations, 70(1), 11–35.

[2] Brass, D. J. (2012). A social network perspective on organizational psychology (cf. p. 125).

[3] Byrne, D. E. (1971). The Attraction Paradigm. New York, NY : Academic Press.

[4] Chancellor , J., Layous , K., Margolis , S., & Lyubomirsky , S. (2017). Clustering by well-being in workplace social networks : Homophily and social contagion. Emotion, 17 (8), 1166 (cf. p. 127, 159).

[5] Ertug, G., Brennecke, J., Kovács, B., & Zou, T. (2022). What does homophily do ? A review of the consequences of homophily. Academy of Management Annals, 16(1), 38-69.

[6] Fowler, J. H., & Christakis, N. A. (2008). Dynamic spread of happiness in a large social network : longitudinal analysis over 20 years in the Framingham Heart Study. Bmj, 337.

[7] McPherson , M., Smith-Lovin , L., & Cook , J. M. (2001). Birds of a feather : Homophily in social networks. Annual review of sociology, 27 (1), 415-444 (cf. p. 127).

[8] Stark, W. (2009). La psychologie communautaire en Europe. Le Journal des psychologues, (8), 33-35

# La part du « déjà-là » décisionnel et du « déjà-là » proxémique de l'enseignant en IUT techniques de commercialisation dans la transmission de la compétence « argumenter ». Cas comparés en France et en Roumanie.

Arnaud GARCIA[1]
arnaud.garcia@univ-tlse2.fr

Carminatti Nathalie[2*]
nathalie.carminatti@u-pec.fr

Maumon Falcon de Longevialle Nathalie[3*]
nathalie.maumon-de-longevialle@univ-tlse2.fr

[1] IUT de Figeac,
Université Toulouse 2 Jean Jaurès
Laboratoire LIRTES (EA 7313)
Université de Paris Est Créteil (UPEC)

[2] Université Paris Est Créteil (UPEC)
INSPE de Créteil
Laboratoire LITRES (EA 7313)

[3] Université Toulouse 2 Jean Jaurès
INSPE Toulouse Occitanie-Pyrénées
Laboratoire de Gestion et des Transformations Organisationnelles
URU 7416 (LGTO)

**Thèmes –** *Économie - Gestion – Sciences de l'Education*

**Résumé –** *Ancien cadre commercial en France et en Roumanie, mon entrée en thèse est le fruit d'une longue observation et d'une réflexion sur la façon d'optimiser la formation des vendeurs. Si la vente constitue un outil pour atteindre certains objectifs de l'entreprise, il est possible d'observer une pratique de la vente particulière à chaque pays. L'apprentissage de ce métier est fortement lié au contexte culturel. Mon interrogation porte à comprendre la singularité de chacun des pays : la France et la Roumanie. Le « Savoir argumenter » constitue une compétence essentielle dans le métier de la vente et au-delà. La didactique clinique [1] comme cadre théorique permet de rendre compte d'une théorie du Sujet pris dans la didactique et confronté à son propre rapport au savoir et notamment à la compétence « argumenter » qu'il va devoir transmettre aux étudiants. Cette première étape de mon travail de thèse met la vente au centre d'un travail des préoccupations de jeune chercheur. Comment la compétence « argumenter » est-elle transmise ?*

**Mots-Clés –** *IUT, Vente, Argumenter, Didactique Clinique.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *Groupe II section 06, Groupe XII section 70.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *OUI*

# 1 Introduction

## 1.1 Restituer l'objet de la recherche dans son contexte.

La comparaison de l'enseignement de la compétence "argumenter" dans la filière académique commerce / vente en France et en Roumanie permet de mettre en évidence des points convergents et divergents. Ces différents points sont le fruit d'une histoire et de pratiques différentes bien que très similaires *a priori*. Cette recherche part d'un constat : une observation en tant que cadre commercial en Roumanie où il a pu être observé que les vendeurs roumains n'argumentent pas lors d'une vente, contrairement à leurs homologues français. Cette absence d'argumentation a pour conséquence un chiffre d'affaires minoré par rapport aux diverses projections financières pouvant être établies.

## 1.2 Contexte français et roumain

La France comme la Roumanie ont la même structure scolaire pour l'enseignement du commerce ainsi que dans tous les domaines académiques sauf l'artisanat traditionnel roumain qui bénéficie d'une structure spécifique et unique en Europe. Dans les deux pays, les professeurs sont fonctionnaires de l'Etat. Au niveau universitaire, en Roumanie, il faut noter que tous les intervenants sont des universitaires. Ils ont des expériences commerciales diverses comme celles que l'on retrouve dans les IUT en France. Mais il n'y a pas d'intervenants extérieurs ou de professeurs issues du second degré. Si les étudiants français bénéficient de retours d'expériences tout au long de leur cursus de formation, les étudiants roumains n'ont pas cet équivalent.

De plus, en France, la place de l'alternance tout au long du parcours scolaire commercial en IUT Techniques de Commercialisations est centrale. Ce type de parcours n'existe pas en Roumanie. Il faut préciser que l'alternance peut être interprétée de deux manières : les stages occupent au moins 1/3 de l'année en France avec parfois des contrats de travail en alternances qui permettent aux étudiants d'acquérir une expérience de salarié avec des conditions fiscales attractives pour les entreprises

Les étudiants roumains auront, pour leur part, uniquement des cours magistraux et travaux dirigés.

Enfin, l'enseignement en Roumanie et en France diffère concernant l'acquisition de la compétence « argumenter ». En effet, en Roumanie l'argumentation n'est pas perçue comme une compétence importante en vente. Alors qu'en France, c'est une compétence fondamentale. L'argumentation est définie comme une action destinée à convaincre et à pousser autrui à agir. Elle permet de prouver, de réfuter un fait ou d'établir un raisonnement pour atteindre un objectif précis. Pourtant, dans certains contextes, cette compétence semble sous-maîtrisée en Roumanie. Par exemple, une professeure de Français Langue Étrangère (FLE), rencontrée lors d'une formation à l'INSPE de Toulouse, mentionnait que, dans certains pays d'Europe de l'Est, de nombreux étudiants restent bloqués au niveau B1 faute de maîtrise de l'argumentation. On peut souligner ici, l'existence d'un *a priori* culturel probable, un « déjà-là » culturel qui peut sans doute s'expliquer par l'arrivée tardive du capitalisme en Roumanie (1989) alors qu'il est présent en France depuis 1950 [2] et la place qu'occupe l'entreprise dans le parcours de formation des futurs vendeurs.

Cette recherche explore ces différences et tente de comprendre la singularité de la formation des vendeurs.

# 2 La didactique clinique

## 2.1 Concepts clés

La didactique clinique est un « mode d'accès aux savoirs des enseignants » [3].

La didactique clinique repose sur trois postulats épistémologiques. Le sujet est singulier. Il a une histoire personnelle et professionnelle. Des filtres sont présents que le sujet utilise dans son action didactique. Le sujet est divisé entre plusieurs instances : le conscient et l'inconscient, ce qu'il fait réellement et ce qu'il aimerait faire dans son cours. Le sujet est assujetti [4] à plusieurs institutions d'une part les textes officiels (programmes) et d'autre part, à la structure pour laquelle il fait cours.

Nous cherchons à comprendre ce qui structure le sujet enseignant dans ces choix didactiques. Ce cadre épistémologique permet d'accéder aux savoirs « réellement » enseignés par le professeur à ses apprenants [3]. Cette démarche permet de faire apparaitre les « déjà-là » du sujet observé comme des « filtres didactiques ». Il y aurait une part d'inconscient dans les choix didactiques.

## 2.2 Le « déjà-là » décisionnel, la conversion didactique et l'impossible à supporter.

La notion de « déjà-là » décisionnel [1] envisage la décision comme la partie visible d'un processus aux sources multiples. Les choix de l'enseignant sont orientés en partie par un « déjà-là » décisionnel influençant de manière latente et constante les décisions de l'enseignant. Il se structure autour de trois pôles : le « déjà-là » conceptuel (conceptions de l'éducation, de l'enseignement de sa discipline et de l'élève), le « déjà-là » expérienciel (expériences personnelles et professionnelles) et le « déjà-là » intentionnel (intention didactique de l'enseignant) [3]. Le « déjà-là » décisionnel fournit donc à l'enseignant des « motifs et des mobiles possibles dans le cadre de son activité professionnelles [1].

Un quatrième pôle vient s'ajouter : le « déjà-là » proxémique qui caractérise le rapport à l'espace "construit inconsciemment par le sujet dans la zone de rencontre" [5]. Cette dernière notion est importante dans cette recherche lorsqu'il s'agit de la transmission de la compétence « argumenter » puisque le vendeur utilise, à son insu, un langage non verbal important. Il va construire une communication inhérente à l'appropriation qu'il a de l'espace.

La conversion didactique est le passage du savoir savant au savoir enseignable [6]. Elle décrit la conversion du contenu de l'expérience personnelle du sujet en contenu d'enseignement élaboré et transmis par le sujet enseignant.

L'impossible à supporter est un outil de la didactique clinique pour analyser les manifestations d'un sujet confronté à l'épreuve d'enseignement [3]. Il met en avant les tensions auxquelles l'enseignant fait face dans la transmission des savoirs. L'impossible à supporter se

rapporte à des expériences traumatisantes vécues par le sujet enseignant. Ces traumatismes vont influencer sa manière de transmettre le savoir enseigné [7]. La didactique clinique est ici convoquée car elle permet d'avoir accès aux mobiles pas toujours conscients qui guident le sujet lors de la transmission des savoirs.

## 3 Problématique et questions de recherche

La singularité des contextes français et roumain fait émerger plusieurs questions : Comment les enseignants français et roumains transmettent-ils la compétence « argumenter » ? Quels facteurs (culturels, institutionnels, personnels) influencent cette transmission ? Comment la didactique clinique peut-elle aider à mieux comprendre ces processus ?

### 3.1 Cadre méthodologique – Collecte des données

**Trois temps d'investigation :**

1. **Entretien semi-directif** : exploration des « déjà-là » des enseignants décisionnels (conceptuel, expérientiel, intentionnel) et proxémique.
2. **Observation filmée** (l'épreuve) : analyse des pratiques d'enseignement lors de la transmission de la compétence « argumenter ».
3. **Entretien d'après-coup** : débriefing réflexif avec les enseignants pour analyser leurs choix didactiques et mettre en évidence les écarts entre le prévu et le réel.

### 3.2 La vignette didactique clinique.

La vignette en didactique clinique permet d'identifier des savoirs qui font l'objet d'un réel enseignement [3]. En effet, aborder la question des savoirs des enseignants n'est pas facile pour un chercheur ou un doctorant. Les savoirs sont bien souvent incorporés, indicibles et donc difficiles à identifier. [1], [3]. Le but de la vignette est de souligner l'origine des savoirs enseignés.

## 4 Contexte de l'étude exploratoire

L'étude porte sur des enseignants en Techniques de Commercialisation en France et en Roumanie. Un cas particulier est étudié à travers une « vignette didactique clinique », permettant une analyse fine des interactions et des choix pédagogiques.

A l'heure actuelle, j'ai réalisé un entretien d'accès au « déjà-là ». Il s'agit d'un professeur de Négociation Vente. Son parcours est particulier puisqu'il a vécu un traumatisme de harcèlement lorsqu'il était jeune. Son impossible à supporter est très fort. Pour mon sujet observé, le bruit dans la classe et l'irrespect constituent son « impossible à supporter ». Son « déjà-là » intentionnel est forgé à partir de cet impossible à supporter. Nous souhaitons par la suite réaliser les deux autres temps de la méthodologie de la didactique clinique : une « épreuve » avec l'observation du sujet dans sa classe suivi quelques semaines plus tard d'un entretien dit d'« après-coup ».

## 5 Conclusion

Cette recherche exploratoire propose un début d'analyse des pratiques d'enseignement liées à la compétence « argumenter ». En mobilisant la didactique clinique, cette recherche offre des perspectives nouvelles pour la formation des vendeurs et la prise en compte des contextes culturels dans l'enseignement. Les résultats permettront également de mieux appréhender les défis à la transmission des compétences commerciales en Europe.

## 6 Remerciements

Remerciements sincères à M.F. Carnus, à N. Maumon et à N. Carminatti, l'EDIC et mon laboratoire le LITRES.

## Références

[1] Carnus Marie-France & Terrisse André (dir.). Didactique clinique de l'EPS. Le sujet enseignant en question. Paris : Éd. EP&S, 2013, 160 p

[2] Marie-Emmanuelle Chessel, Histoire de la consommation », 2012, Ed. La Découverte.

[3] Loizon Denis, La didactique clinique comme mode d'accès aux savoirs des enseignants en ÉPS : le cas de l'enseignement du judo, Nouveaux cahiers de la recherche en éducation, Volume 20, numéro 1 2017, p. 61–78

[4] Colomb Jacques. Chevallard (Yves). — La Transposition didactique : du savoir savant au savoir enseigné. In: Revue française de pédagogie, volume 76, 1986. pp. 89-91.

[5] Carminatti, N. & Morales-Gonzales, V. Comment l'impossible à supporter guide le regard porté sur l'inclusion scolaire : étude de cas d'enseignants-parents d'enfant(s)-élève à besoins éducatifs particuliers. Éducation familiale et systèmes éducatifs inclusifs. Éducation et Sociétés inclusives. 2020, 89-90. 1. 115-133.

[6] Pablo Buznic-Bourgeacq, André Terrisse et Eric Margnes, « L'expérience personnelle du professeur d'EPS, approche clinique et implications didactiques : une étude de cas d'une enseignante débutante », eJRIEPS [En ligne], 11 | 2007, mis en ligne le 01 janvier 2007, consulté le 29 octobre 2021. URL : http://journals.openedition.org/ejrieps/6854 ; DOI : https://doi.org/10.4000/ejrieps.6854

[7] Denis Loizon, Éric Margnes et André Terrisse, « Analyse des pratiques d'enseignement du judo en EPS », eJRIEPS [En ligne], 14 | 2008, mis en ligne le 01 avril 2008, consulté le 17 juin 2021. URL : http:// journals.openedition.org/ejrieps/5911 ; DOI : https://doi.org/10.4000/ejrieps.5911

# Transipedia.org : Une plateforme web pour l'analyse à grande échelle de données de séquençage haut débit du Transcriptome Humain

Therese.commes@inserm.f[1,*] chloe.bessiere@inserm.fr[1,*] Benoit.guibert@inserm.fr[1]

Florence.ruffle@inserm.fr[1] camelia.sennaoui@inserm.fr[1] mireille.galloni@inserm.fr[1]

anthony.boureux@inserm.fr[1]

[1] IUT de Montpellier-Séte
Groupe Bio2M, IRMB, U1183 , Montpellier

** sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Biologie - Santé - Informatique -*

**Résumé –** Le concept Transipedia a pour objectif d'intégrer des données de RNA sequencing (RNA-seq) à grande échelle dans le domaine du cancer afin de permettre des applications de diagnostic et pronostic. Ce concept repose sur des méthodes innovantes d'indexation de l'information de séquences. Nous démontrons ainsi notre savoir faire dans l'exploration de ces données à grande échelle basée sur des approches par k-mers. Nous présentons la méthodologie et une 1ère preuve de concept pour la recherche de transcrits de fusion qui sont des biomarqueurs couramment utilisés dans le diagnostic et le pronostic des cancers.

**Mots-Clés –** *Transcriptome, RNA-sequencing, indexation de données, biomarqueurs.*

**Section(s) CNU pour cet article –** *CNU65*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –***NON*

## 1 Transipedia.org

Nous travaillons sur une méthodologie innovante dont une 1ère preuve de concept a été récemment publiée [1]. Cette méthodologie a pour objectif de mettre à disposition via une plateforme Web, TranSipedia, des données de séquençage haut-débit à très grande échelle [2]. Elle permet une exploration ou une ré-exploration de milliers de données disponibles en accès public que le biologiste peut effectuer lui-même sans le support d'un bioinformaticien. Actuellement 200 000 échantillons de RNA sequencing (RNA-seq) de transcriptome humain sont déposés dans SRA, ce qui représente un réservoir d'informations unique en son genre. Cependant, ces données ne sont pas facilement réutilisables sans procédure bioinformatique lourde incluant le téléchargement des données, l'alignement des séquences sur un génome de référence suivi de procédures de post-traitement qui dépendent de la question biologique posée. Le concept de Transipedia est basé sur une approche par k-mers (courte séquence de 31 nucléotides) qui va faciliter l'accès aux données. Dans un premier temps, les k-mers issus de la décomposition des informations séquencées sont indexés par une procédure innovante, Reindeer [3]. Ensuite le k-mer va servir de clef de requête dans les index. Pour cela le k-mer sera associé à un événement biologique et sera appelé "sonde de k-mers" lorsqu'il sera utilisé comme point de départ de la requête. Cette sonde de k-mer va être recherchée et quantifiée dans des milliers de jeux de kmers indexés par notre procédure. Le site Web Transipedia rend la solution interactive, rapide, précise et simple.

Ainsi, l'objectif de Transipedia est de rendre accessible des milliers de jeux de données RNA-seq et d'obtenir rapidement le profil d'expression de n'importe quelle séquence dans ces jeux de données : variant d'épissage, fusion, mutation, ARN non-codant, niveau d'expression d'un gène dans un échantillon ou un tissu donné etc. Le RNA-seq génère des fichiers très volumineux, ce qui rend obligatoire l'analyse des informations par une procédure bioinformatique. A titre d'exemple, si on prend 1000 fichiers de RNA-seq, cela représente ~10 fois la taille de Genbank soit environ 10To de données. Les outils tels que Blast sont donc hors course et c'est là que les index de k-mers comme Reindeer entrent en jeu. Ces index sont 15-40 fois plus petits que les fichiers d'origine (fastq.gz) et ils permettent la requête de 10aines de séquences/seconde. Le cas d'étude principal de notre projet est l'expression d'ARNs non-référencés dans les annotations et nous avons montré sur le jeu de données CCLE (@DepMapSanger) que nous pouvions quantifier précisément des mutations et fusions à partir des sondes spécifiques. Vous pouvez tester Transipedia et vos séquences ici : https://transipedia.org et vous inspirer de nos exemples : https://github.com/Transipedia/Reindeer-use-cases.

## 2 Méthodologie et résultats

La figure 1 représente le concept Transipedia avec le workflow de génération d'index (Reindeer) et de requête, implémenté sur le serveur web (Transipedia.org). Les index prédéfinis Reindeer peuvent être facilement interrogés par des non-experts à l'aide de l'interface web de Transipedia ("Query sequences" au format fasta). Pour les requêtes et/ou pipelines volumineux, les index installés localement peuvent être interrogés à partir de la ligne de commande à l'aide de rdeer-client (rdeer). La sortie est un fichier de comptage tabulé. La figure 2 présente un exemple de résultat de requête par sonde de k-mers. Dans cette recherche, les sondes sont spécifiques de transcrits anormaux que l'on détecte dans les cancers (transcrits de fusion). Ces transcrits anormaux sont dus à des anomalies génomiques et servent de biomarqueurs dans le diagnostic et le pronostic des cancers [4].

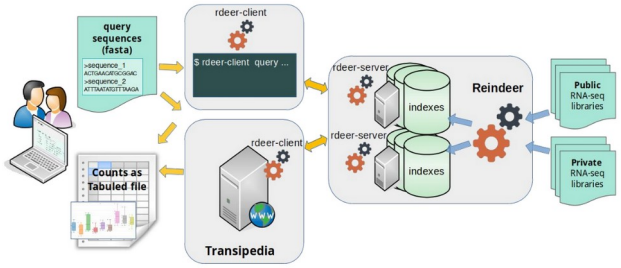



Figure 1 – Le concept Transipedia

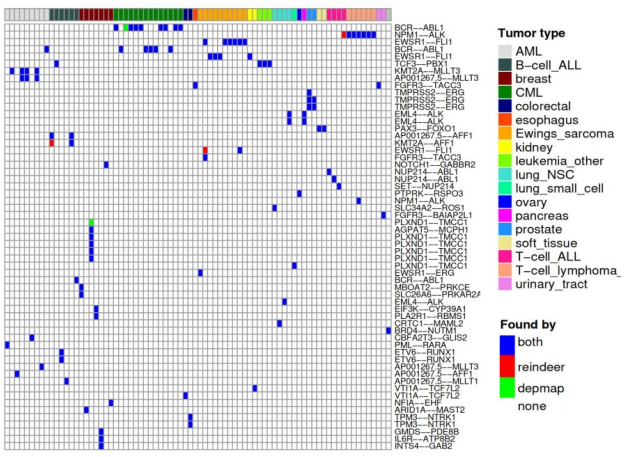



Figure 2 – Recherche de biomarqueurs dans les cancers

Les couleurs indiquent les différents types de tumeurs

analysés. Les événements en bleu correspondent aux transcrits de fusion trouvés par des approches classiques actuellement utilisés pour le diagnostic et confirmés par notre requête avec des sondes de k-mers (vrais positifs), en vert les événements attendus et non trouvés avec les sondes (faux négatifs), et en rouge les événements trouvés en supplément. Des tests complémentaires ont confirmé que cette dernière catégorie (en rouge) correspond à des événements biologiques non trouvés par les approches classiques.

## 3 Conclusion

Les index fournissent un accès immédiat aux données RNA-seq et permettent aux biologistes de poser directement des questions via des requêtes rapides qui, autrement, exigeraient des pipelines gourmands en ressources. Au-delà des applications évidentes telles que la vérification de la spécificité tissulaire ou la recherche de biomarqueurs tumoraux, les index permettent d'extraire des données quantitatives pour la réalisation d'expériences sophistiquées en recherchant par exemple simultanément des allèles d'oncogènes, des isoformes d'ARN, des répétitions ou des mutations pour découvrir de nouvelles interactions fonctionnelles. Nous espérons étendre l'utilisation du serveur Transipedia en incluant un nombre croissant d'ensembles de données disponibles en accès public afin de faciliter ce type d'expérience. Nous développons aussi des approches simples qui sont utilisées dans nos enseignements pratiques à l'IUT-Montpellier-Sète [5].

## 4 Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude aux partenaires du projet experts en Méthodologie et Bioinformatique et partenaires des projets ANR: Pr. D. Gautheret (I2S, Paris Sud), Dr. R. Chikhi (Institut Pasteur, Paris, centre Omics), Dr. C. Marchet (Université de Lille). Les auteurs remercient les agences de financement, ANR (2022-2026): Projet FullRNA, porteur D. Gautheret et ANR (2019-2020): Transipedia.

## Références

[1] Bessière, C., Xue, H., Guibert, B., Boureux, A., Rufflé, F., Viot, J., Chikhi, R., Salson, M., Marchet, C., Commes, T., Gautheret, D., 2024a. Transipedia.org: k-mer-based exploration of large RNA sequencing datasets and application to cancer data. Genome Biol. 25, 266.

[2] Guibert, B., Gautheret, D., Commes, T., 2022. Reindeer use cases [Document]. URL https://github.com/Transipedia/Reindeer-use-cases (accessed 12.15.23).

[3] Marchet, C., Iqbal, Z., Gautheret, D., Salson, M., Chikhi, R., 2020. REINDEER: efficient indexing of k-mer presence and abundance in sequencing datasets. Bioinforma. Oxf. Engl. 36, i177–i185.

[4] Rufflé, F., Reboul, J., Boureux, A., Guibert, B., Bessière, C., Silva, R., Jourdan, E., Gaillard, J.-B., Boland, A., Deleuze, J.-F., Sénamaud-Beaufort, C., Selimoglu-Buet, D., Solary, E., Gilbert, N., Commes, T., 2024. Effective requesting method to detect fusion transcripts in chronic myelomonocytic leukemia RNA-seq. NAR Genomics Bioinforma. 6, lqae117.

[5] Riquier, S., Bessiere, C., Guibert, B., Bouge, A.-L., Boureux, A., Ruffle, F., Audoux, J., Gilbert, N., Xue, H., Gautheret, D., Commes, T., 2021. Kmerator Suite: design of specific k-mer signatures and automatic metadata discovery in large RNA-seq datasets. NAR Genomics Bioinforma.

# Synthèse d'une résine phénolique biosourcée en vue de la production de revêtement du bois

SENHAJI Youness[1,*] youness.senhaji@univ-pau.fr

CHARRIER-EL BOUHTOURY Fatime[1,*] fatima.charrier@univ-pau.fr

[1] IUT de Mont-de-Marsan
Laboratoire IPREM

**Thèmes –** *Chimie*

**Résumé –** *Les résines phénol-formaldéhyde (PF) sont généralement synthétisées à l'aide de produits pétrochimiques tels que le phénol et le formaldéhyde, il existe donc une tendance croissante à substituer ces derniers par des composés moins toxiques et plus respectueux de l'environnement. C'est ainsi que la substitution du formaldéhyde peut être réalisée par l'utilisation d'aldéhydes moins toxiques et aux performances similaires et les composés renouvelables de nature phénolique représentent une alternative de substitution du phénol, parmi ceux-ci, les tanins et les lignines sont les plus utilisés. L'objectif général de cette thèse est de produire des résines phénoliques biosourcées en remplaçant totalement le phénol par des lignines, en ciblant des applications dans les domaines des revêtements et des matériaux poreux. La finalité du projet est d'améliorer les formulations développées en effectuant une dépolymérisation partielle de la lignine et en fonctionnalisant les fragments obtenus. Ceci en vue de produire des résines aux caractéristiques maîtrisées afin de mettre en adéquation leurs propriétés avec les domaines d'applications visés.*

**Mots-Clés –** *Résine phénolique, revêtement, lignine, Estérification.*

**Section(s) CNU pour cet article** *:* CNU 33

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Introduction

En raison de contraintes environnementales strictes, il existe une tendance croissante à promouvoir l'utilisation de résines phénoliques biosourcées au niveau industriel et donc à substituer les matières premières toxiques et non renouvelables que sont le phénol et le formaldéhyde par d'autres composés chimiques, d'origine naturelle, renouvelables et plus respectueux de l'environnement tel que la lignine. Cependant, même si ce résidu de l'industrie papetière représente une alternative de substitution du phénol, sa valorisation est relativement difficile. Cette difficulté est principalement due à sa structure complexe et variable, selon l'origine et le procédé d'extraction, ainsi qu'à la difficulté de surmonter plusieurs inconvénients tels que la forte polydispersité, la faible réactivité et la forte teneur en impuretés des échantillons de lignine obtenus. Ainsi, l'extraction, la purification, la caractérisation de la lignine dans le but d'uniformiser ses propriétés constitue un défi à relever.

Dans ce contexte l'objectif des travaux menés, est l'amélioration et l'optimisation d'une résine phénolique biosourcée, à base de lignine, en vue de l'utiliser en tant que revêtement pour la protection du bois contre l'humidité et l'augmentation de sa résistance au feu et de sa durabilité biologique **[1]**. Il est donc important d'utiliser une lignine aux caractéristiques maîtrisées et ayant une réactivité intéressante. Diverses techniques peuvent aider à surmonter les limitations d'utilisation de la lignine. Premièrement, la dépolymérisation peut faciliter sa fragmentation en composés plus réactifs et homogènes. Ainsi, cette technique peut permettre d'utiliser plus facilement ces composés dans le processus de synthèse. Deuxièmement, la fonctionnalisation chimique en lui incorporant des groupes réactifs additionnels pour améliorer sa réactivité. Enfin, le couplage avec d'autres polymère, par greffage ou mélange, peut enrichir ses propriétés mécaniques et thermiques, ce qui rend cette substance plus appropriée pour l'utilisation dans l'industrie, y compris dans celle des produits de traitement du bois.

Comme point de départ, nous avons choisi de suivre deux démarches, pour améliorer les propriétés de la lignine. La première est la fonctionnalisation de la lignine pour la rendre plus réactive chimiquement. Les composés choisis pour ce faire sont à base de silicium et ils sont également susceptibles d'améliorer sa résistance au feu, puisqu'ils sont connus pour leur résistance au feu. La seconde consiste à réaliser le couplage de la lignine avec d'autres polymères apolaires, tels que la subérine, en visant le fait que la résine finale puisse apporter une résistance à l'humidité au bois qui serait traité.

## 2 Matériel et méthodes

***Fonctionnalisation de la lignine Kraft***

Nous avons utilisé de la lignine Kraft, fournie par l'entreprise UPM biochemicals (UPM BiopivaTM), que nous avons fonctionnalisée en nous servant et testant trois types de composés à base de silicium :

- 3-aminopropyl (triethoxysilane) (APTES)
- Tetraethyl orthosilicate (TEOS)
- 1-hexamethyldisiloxane (1-HMDS)

Ces additifs inorganiques vont permettre d'apporter une résistance au feu à la résine.

***Extraction de subérine à partir de liège***

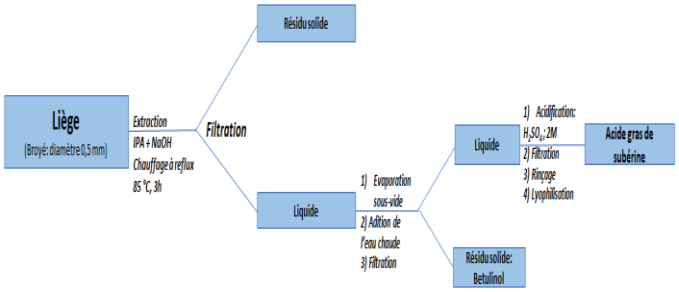



**FIGURE 1 - PROTOCOLE D'EXTRACTION DE SUBERINE A PARTIR DE LIEGE [2]**

*N.B :* Le liège que nous avons utilisé a été fourni par l'entreprise Agglo Lux *(liège de Landes)*

***Caractérisation par spectroscopie infrarouge (IR)***

Le suivi des modifications a été effectué au moyen de la spectrométrie infrarouge, réalisée à l'aide d'un spectromètre infrarouge Jasco FT/IR-4700. Les mesures ont été effectuées en mode absorbance avec 64 balayages et une résolution de 4 cm-1 de 4000 à 400 cm-1. Cette modification peut être prouvée par l'apparition dans le spectre infrarouge de nouvelles bandes caractéristiques des liaisons entre l'agent modifiant et la lignine. Cette technique a également été utilisée pour aider à caractériser les extraits de subérine.

***Formulation de la résine à base de la lignine fonctionnalisée et la subérine***

Différentes formulations de résines ont été élaborées et le Tab.1 indique la composition de ces dernières.

Tableau 1 - Composition chimique des quatre résines

| Résine | Lignine | Subérie | APTES | TEOS | HMDSO |
|---|---|---|---|---|---|
| **1** | + | + | | | |
| **2** | + | + | + | | |
| **3** | + | + | | + | |
| **4** | + | + | | | + |

## 3 Résultats et discussions

Les résultats de la Fig. 2 représentent l'analyse IR de la lignine kraft fournie par UPM biochemicals. Sur le graphe

A on observe un large pic vers 3300 $cm^{-1}$, ce pic représente la vibration de groupe hydroxyle (OH), un autre pic à 2900 $cm^{-1}$ correspond à la vibration de liaison C-H, le pic à 1700 $cm^{-1}$ correspond au groupement carbonyle (C=O). Les autres graphes représentent l'analyse IR de lignine kraft silanisée par l'APTES, TEOS et HMDSO (graphes B, C et D successivement).'Daprès ces graphes, on peut voir clairement que l'intensité du pic correspond au groupe hydroxyle est diminué, cette diminution est peut-être expliquée par la réaction de groupe OH de lignine avec le groupe silane, l'intensité du pic qui correspond à la vibration de liaison C-H est augmentée en raison de l'introduction de nouvelle liaison C-H, ces changements d'intensité confirment la réussite de silanisation de la lignine.

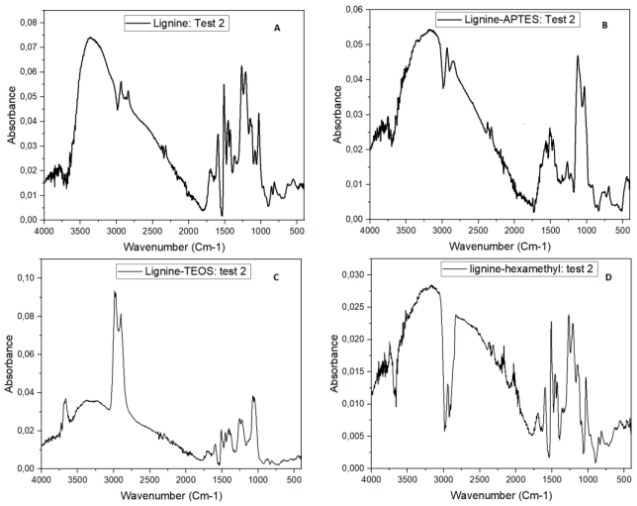



**FIGURE 2 - RESULTAT D'ANALYSE INFRAROUGE. A- LIGNIN SEUL, B- LIGNINE + APTES, C- LIGNINE + TEOS, D- LIGNINE + HMDSO**

**Caractérisation de la subérine**

L'analyse par spectroscopie infrarouge (IR) des acides gras de la subérine permet d'identifier les différentes liaisons chimiques présentes dans la structure moléculaire de ces composés. D'après le graphe (Fig. 3) les pics caractéristiques sont :

- La bande autour de 3300 $cm^{-1}$ indiquant la présence de groupes hydroxyles, souvent en liaison hydrogène.
- Les deux bandes fortes près de 2918 et 2850 $cm^{-1}$ sont typiques des élongations C-H des méthylènes (CH2) dans les chaînes aliphatiques longues.
- Une bande distincte près de 1735 $cm^{-1}$ est indicative des liaisons ester C=O, ce qui est cohérent avec les esters formés dans la structure polymérique de la subérine.
- Une bande autour de 1460 $cm^{-1}$, est due à la déformation de la liaison C-H dans les groupes méthylène et méthyle.

Ce résultat est conforme à celui obtenu par plusieurs travaux dont celui de Rui Ferreira et al. (2012) **[3]**.

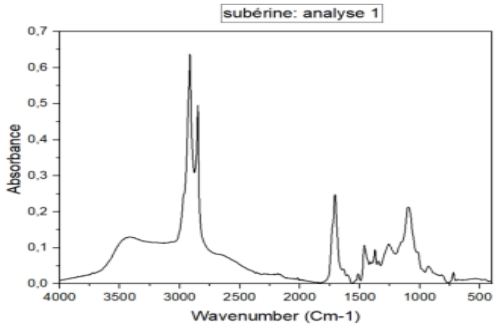



**FIGURE 3 - ANALYSE IR DU PRODUIT EXTRAIT A PARTIE DE LIEGE**

## 4 Conclusion et perspectives

Ce travail a permis d'obtenir une lignine fonctionnalisée, de réaliser une extraction réussie de la subérine et d'élaborer des résines. Ces dernières ont été appliquées sur le bois en utilisant la technique du deep-coating et les tests de résistances sont en cours et font partie des travaux futurs à mener (Fig. 4).

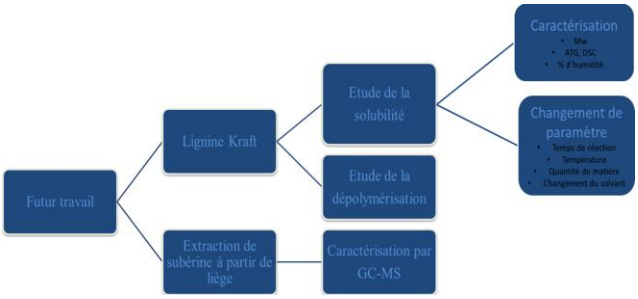



**FIGURE 4 - PLAN DU PROCHAIN TRAVAIL**

**Références**

[1] De Hoyos-Martínez P.L, Issaoui H, Herrera R, Labidi J, Charrier-El Bouhtoury F (2021) Wood Fireproofing Coatings Based on Biobased Phenolic Resins, ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 9 (4), 1729–1740.

[2] Anuj K, Risto K, Veikko M, Erkki V (2022), Suberin Fatty Acid Hydrolysates from Outer Birch Bark for Hydrophobic Coating on Aspen Wood Surface, polymers, 14 (4): 832.

[3] Ferreiraa R, Garciaa H, Andreia F, Carmen F, Armando.S, Luís Pa, Silva P.C(2013), Isolation of suberin from birch outer bark and cork using ionic liquids: A new source of macromonomers, Industrial Crops & Products, 44: 520-527.

# La construction de la satisfaction client lors de l'achat de vêtements de seconde main en boutique : interactions entre qualité perçue, expérience d'achat et engagement éthique

Lartigue Véronique[1,]
veronique.lartigue@iutbayonne.univ-pau.fr

[1] IUT de Bayonne Pays Basque
Laboratoire LIREM

**Thèmes –** Marketing, comportement du consommateur

**Résumé –** *Dans un contexte où la mode circulaire gagne en popularité, les boutiques physiques de vêtements de seconde main sont soumises à la concurrence frontale des sites de vente en ligne. Le présent article explore les facteurs qui influencent la satisfaction des clients lors de l'achat de vêtements de seconde main en magasin. Les consommateurs de seconde main qui fréquentent ces points de vente disposent d'attentes spécifiques qui détermineront leur satisfaction. Pour tirer leur épingle du jeu, il leur est impératif pour les détaillants de bien cerner ces attentes afin de les combler voire de les dépasser. Dans ce contexte, l'article s'attache à mettre en lumière trois dimensions essentielles dans la construction de la satisfaction de leurs clients : la qualité perçue des produits, l'expérience d'achat en magasin, et l'engagement éthique. Comprendre les interactions entre ces éléments devient aujourd'hui crucial pour les boutiques physiques afin d'optimiser leur offre et d'attirer une nouvelle clientèle.*

**Mots-Clés –** *Seconde main, boutiques physiques, satisfaction client, qualité perçue, engagement étique, expérience d'achat*

**Section(s) CNU pour cet article –** *06*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

# 1 Introduction

La seconde main est devenue un marché clé de l'industrie de la mode. Porté par des motivations tant économiques qu'écologiques, le marché français des vêtements d'occasion atteint 1,6 milliards d'euros en 2023 pour une croissance annuelle estimée à environ 15%. Selon l'observatoire Novascope du cabinet Enov, près de 61% des Français ont acheté des vêtements d'occasion l'an passé, avec une forte prédominance des femmes et des jeunes générations. 84% des transactions sont réalisées en ligne, alors que seuls 17% des acheteurs optent pour des boutiques physiques. Explorer les déterminants de la satisfaction client dans ce contexte spécifique nous conduira à analyser trois dimensions principales : la qualité perçue, l'expérience d'achat et l'engagement éthique.

# 2 La satisfaction client, un enjeu majeur pour les détaillants

La satisfaction client est définie comme l'évaluation globale que le consommateur fait de son expérience d'achat, en fonction de la conformité des produits et des services par rapport à ses attentes. Selon Oliver (1980), la satisfaction découle d'une comparaison entre les attentes préalables à l'achat et la performance perçue du produit ou du service.

## 2.1. Le rôle de la qualité perçue dans la satisfaction

La qualité perçue est un facteur central dans la construction de la satisfaction client ; elle est définie comme l'évaluation subjective de la qualité d'un produit basée sur les attentes et les expériences du consommateur (Zeithaml, 1988). Dans le contexte des vêtements de seconde main, elle est souvent influencée par des éléments tels que l'état du vêtement, la marque, les matériaux, la rareté ou l'hygiène. Ainsi, une marque prestigieuse procure une satisfaction psychologique supplémentaire (Yan & Bae, 2020), des matériaux naturels et durables offrent une perception supérieure de la qualité (Joung, 2014), et Xu, Chen et Burman (2020) ont montré que la propreté perçue des vêtements est un facteur clé de la qualité perçue. Selon Anderson & Sullivan (1993), lorsque la qualité perçue est élevée, elle a un effet direct et positif sur la satisfaction client.

## 2.2. L'expérience d'achat en magasin, au cœur de la différenciation

Une étude de Paden et Stell (2020) montre que l'ambiance des boutiques physiques, la présentation des articles et le service client influencent fortement la satisfaction, car ils permettent de recréer une expérience d'achat agréable et rassurante. Pour les boutiques de vêtements de seconde main, l'expérience d'achat diffère de celles des magasins de vêtements neufs, car elle est souvent perçue comme plus interactive et exploratoire (Bardhi & Arnould, 2005). Hultén (2011), souligne l'importance de l'expérience sensorielle qui peut générer une réponse émotionnelle positive chez le consommateur. Das et al. (2024) mettent en avant le « plaisir de la chasse » comme élément central de l'expérience d'achat de vêtements de seconde main. La recherche de pièces « uniques » procure un sentiment positif (Ta et al., 2022) et représente une forme de divertissement propice à la satisfaction. Enfin, les interactions sociales jouent un rôle primordial dans la qualité de l'expérience d'achat (Price et al., 1995), et la dimension physique des magasins réduit le manque de tangibilité (Darley et al., 2010) des plateformes en ligne, améliorant l'expérience immersive.

## 2.3. L'engagement éthique et environnemental des consommateurs, pilier de la satisfaction des clients de seconde main

L'engagement éthique se définit par la volonté des consommateurs d'aligner leurs comportements d'achat sur des valeurs morales et environnementales. Selon Niinimäki (2010), les consommateurs de vêtements d'occasion sont souvent motivés par des préoccupations environnementales. Pour ces consommateurs engagés, la valeur éthique d'un vêtement d'occasion peut surpasser son état physique car il s'inscrit dans un modèle d'économie circulaire qui lui donne une valeur symbolique et émotionnelle unique (Das et al., 2024). L'engagement éthique renforce la satisfaction des clients qui assimilent leur achat à un acte volontariste impactant positivement la société. Participer à une démarche écologique ou solidaire, contribue à la satisfaction émotionnelle des consommateurs et devient un facteur de fidélisation (Roux et Guiot 2020). Certaines boutiques de seconde main s'engagent dans des causes sociales, afin de renforcer leur image et leur attractivité. Pour Joung (2014), les consommateurs préfèrent acheter dans des magasins qui alignent leurs pratiques sur des valeurs environnementales et sociales.

# 3 Méthodologie

L'étude dans sa globalité utilisera une approche mixte combinant des entretiens qualitatifs et une enquête quantitative. La nature exploratoire de cette première phase qui vise à comprendre les déterminants de la construction de la satisfaction client dans un contexte particulier, nous conduit à privilégier une approche résolument qualitative. Des entretiens en profondeur ont été menés auprès de 20 personnes, toutes clientes de boutiques physiques de vêtements de seconde main, âgées de 23 à 68 ans (échantillon de convenance). A l'aide d'un guide d'entretien réalisé à partir d'une revue de la littérature, les entretiens se sont tenus en face à face, durant 45 minutes en moyenne, à l'issue d'un achat en boutique. Dans le même temps, une phase d'observation non participante a été menée afin de mieux appréhender le processus réel de construction de la satisfaction tout au long de l'expérience d'achat. Cette double approche nous a permis de confronter le discours à nos observations afin

d'approfondir nos connaissances sur les comportements d'achat dans les boutiques physiques de seconde main et de mieux identifier les éléments constitutifs de la satisfaction client dans ce contexte particulier. Les entretiens ont fait l'objet d'une retranscription et les données recueillies, d'une analyse de contenu systématique, où l'intégralité des informations brutes sont analysées. Nous avons fait le choix du codage manuel qui s'est appuyé sur le guide d'entretien utilisé, portant principalement sur les motivations des consommateurs dans le choix de la boutique physique pour l'achat de vêtements de seconde main et les dimensions relatives à la construction de leur satisfaction. Une seconde phase quantitative sera réalisée à partir des résultats de cette étude exploratoire afin de tenter de développer un modèle opérationnel tenant compte du poids des différentes variables proposées et de leurs interactions.

## 4 Conclusion et portée managériale

Appréhender les liens entre qualité perçue, expérience d'achat en magasin et engagement éthique est essentiel pour comprendre le comportement des consommateurs et la construction de leur satisfaction dans le cadre des achats de vêtements de seconde main. Dans le contexte du développement de l'économie circulaire et d'une consommation plus durable et éthique, le consommateur se tourne volontiers vers des produits de seconde main, en particulier dans le secteur de l'habillement, remettant en question les modèles traditionnels et la fast fashion. Cependant, la construction de la satisfaction du consommateur dans le cas de l'achat de vêtements de seconde main semble répondre à des règles propres ; bien que la qualité perçue des articles soit importante, elle peut être influencée de manière significative par l'expérience en magasin et les motivations éthiques de l'acheteur. La valorisation individuelle procurée par la seule démarche d'achat d'un bien plus respectueux de l'environnement constitue un paramètre fondamental dans la satisfaction de l'acheteur. En effet, comme l'ont démontré Fabiana et al. (2024), les attitudes individuelles et les normes personnelles ont bien plus d'influence que la pression sociale pour les acheteurs. Comprendre le système de valeur interne de l'acheteur devient fondamental pour stimuler les motivations intrinsèques du client et améliorer significativement sa satisfaction. La qualité de l'interaction vendeur-acheteur constitue un élément fondamental, pierre angulaire de la construction de la satisfaction client dans les boutiques physiques de seconde main. Face à la concurrence des plateformes en ligne déjà évoquée dans cet article, la qualité de la relation humaine prend ici toute sa dimension et elle doit être particulièrement travaillée. Les boutiques de vêtements de seconde main doivent ainsi veiller à offrir une expérience d'achat unique, immersive, sécurisante et engageante tout en garantissant la qualité et l'authenticité de leur offre afin d'optimiser la satisfaction de leurs clients. La suite de ce travail envisage le développement d'un modèle de construction multidimensionnelle de la satisfaction dans le cadre du processus d'achat de vêtements de seconde main en boutiques, modèle qui pourra certainement faire l'objet d'adaptations dans d'autres secteurs d'activité.

## Références


[1] Olivier, R.L. (1980). A cognitive model of the antécédents ans consequences of satisfaction decisions. Journal of Marketing Researceh, 17(4), 460-469

[2] Zeithaml, V.A. (1988). Consumer perceptions of price, quality and value : A means-End Model and Synthesis of evidence. Journal of Marketing 52(3) : 2-22.

[3] Yan, R.& Bae, S.Y. (2020). The rôle of price in the second-hand clothing market : A study on consumer behavior and motivations. Journal of Consumer Behaviour

[4] Joung, H.M. (2014). Fast-fashion concumers'post-purchase behaviours. International Journal of Retail& Distribution Management.

[5] Xu,Y., Chen,Y.,& Burman,B. (2020). The rôle of price in the second-hand clothing market : A study on concumer behavior and motivations. Journal of Consumer Behaviour

[6] Anderson, E..,& Sullivan, M.W. (1993). The antécédents and consequences of customer satisfaction for firms. Marketing Science

[7] Paden, N.,& Stell,R. (2020). Second-hand shopping : antécédents, outcomes, and implications for retailers. Journal of Retailing and Consumer Services.

[8] Bardhi, F.,& Arnould, E.J. (2005). Thrift shopping : Combining utilitarian thrift and hedonic treat benefits. Journal of Consumer Behaviour

[9] Hultén, B. (*2011*), "Sensory marketing: the multi-sensory brand-experience concept", European Business Review, Vol. 23/3

[10] Das, M., Moons, I., & Du Bois, E. (2024). Design strategies to facilitate second-hand clothing acquisition. *Proceedings of the Design Society*, *4*, 935-944

[11] Ta, A. H., Aarikka-Stenroos, L., & Litovuo, L. (2022). Customer experience in circular economy: Experiential dimensions among consumers of reused and recycled clothes. *Sustainability*, *14*(1), 509

[12] Price LL., Arnould E. et Tierney P. (1995), « Going to extremes: managing service encounters and assessing provider performance », Journal of marketing, Vol 59, n°2

[13] Darley, W., Blankson, C. and Luethge, D. (2010) Toward an Integrated Framework for Online Consumer Behavior and Decision Making Process: A Review. Psychology & Marketing, 27, 94-116

[14] Niinimäki, K. (2010). Forming sustainable attachments to clothes, in The Proceedings of the 7th International Conference on Design & Emotion, 4–7 October 2010, Chicago, USA

[15] Roux D, Guiot D., (2020), « Second-hand markets: Alternative forms of acquiring, disposing of, and recirculating consumer goods In: Visconti LM, Penaloza L, Toulouse N, (eds) *Marketing management: a cultural perspective*. London

[16] Fabiana, S., Valerio, M., Anna, P., & Mario, T. (2024), Fashion and sustainability: Evidence from the consumption of secondhand clothes. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*.

# s12y : Développement d'applications durables

Olivier Le Goaër[1,*]
olivier.legoaer@univ-pau.fr

[1] IUT de Pau et des Pays de l'Adour
Laboratoire LIUPPA

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Informatique*

**Résumé –** *Les applications logicielles ont envahi notre vie. Elles sont utilisées pour des actes banals (manger au restaurant universitaire avec IZLY), des démarches administratives (déclarer et payer ses impôts), du réseautage (LinkedIn, Instagram), et bien plus encore. On les trouve sous toutes les formes : web, mobile, desktop, etc. Cette prolifération logicielle implique un déluge d'énergie disponible et une quantité massive de matériel pour la faire fonctionner. Cela pose des questions de soutenabilité : peut-on continuer ainsi longtemps dans un monde fini ? Sans adopter l'approche radicale de « décroissance logicielle » (produire moins d'applications, réapprendre à s'en passer, fabriquer des applications basse technologie), une autre piste est d'intégrer la durabilité (ou « Sustainability », abrégé en « s12y ») dans le logiciel que l'on souhaite construire, comme on le fait déjà pour d'autres attributs de qualité. Cet article court vulgarise les travaux réalisés pour concrétiser le s12y lors du développement d'applications mobiles Android et iOS, et dont l'esprit peut tout à fait être généralisé à d'autres typologies d'applications logicielles.*

**Mots-Clés –** *logiciel, durable, énergie, carbone*

**Section(s) CNU pour cet article –***27.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Introduction

Selon les principes éprouvés du génie logiciel, le développement d'un « bon » logiciel recouvre un certain nombre d'attributs de qualité, comme sa sécurisation (absence de failles de sécurité), sa fiabilisation (fonctionnement assuré dans différentes conditions) ou encore son internationalisation (adaptation à différentes cultures ou langues). Dans ce dernier cas, les développeurs parlent habituellement de « i18n », abréviation où 18 représente le nombre de caractères entre le « i » et le « n » dans le mot. Dans cette optique, il est d'usage pour un développeur d'extraire du code source informatique tous les textes qui seront affichés littéralement à l'écran, pour pouvoir les charger dynamiquement en fonction de la langue configurée par l'utilisateur final sur son appareil.

Face au réveil écologique du développeur informatique, un nouvel attribut de qualité commence à faire son apparition : la ***sustainability***, abrégé en « s12y ». Le but est de prévoir le code et les ressources pour que le site web (ou l'application mobile) soit le plus durable possible dans un monde physiquement limité. Cela inclut des préoccupations (a) d'efficience énergétique et (b) de longévité des appareils. Le premier point consiste à réduire la quantité d'électricité consommée en phase d'usage (pensez aux applications qui vident votre batterie en quelques heures), tandis que le second point consiste à tenter de freiner le renouvellement prématuré des appareils des utilisateurs, car leur fabrication est la principale source d'émission de GES [1]. Des techno-organismes comme le *World Wide Web Consortium* (W3C) s'intéressent à cette question, par exemple, pour construire un Web mondial plus durable [2].

Dans ce contexte brûlant, la question de recherche est la suivante : à l'instar du i18n, est-il possible de proposer un ensemble de meilleures pratiques de développement pour atteindre un objectif de durabilité/soutenabilité ? En France, le collectif Green IT.fr a été pionnier avec son référentiel des « 115 bonnes pratiques web » (R-WEB). Mon travail a consisté à le compléter par un référentiel de bonnes pratiques pour le développement d'applications mobiles Android/iOS (R-MOBILE), qui représentent une large part des logiciels utilisés au quotidien. L'étape suivante a consisté à accompagner ce référentiel d'une solution d'audit automatisée, libre et gratuite, de haut niveau de maturité [3]. Cette proposition, d'abord baptisée *Creedengo*, puis *ecoCode*, a été référencée dans la boîte à outils gouvernementale pour un numérique éco-responsable [4]. À ce jour, les idées développées initialement pour Android/iOS ont été généralisées à d'autres contextes applicatifs, grâce à la force d'une communauté open source et de plusieurs hackathons.

## 2 Défauts de code & empreinte carbone

Tous les logiciels peuvent être grossièrement résumés à des lignes de code qui s'exécutent sur un matériel cible. Ces lignes sont écrites par des développeurs plus ou moins expérimentés. Le présent travail sur le s12y repose sur l'idée qu'il existe parfois de meilleures manières d'écrire un code, quitte à faire quelques concessions. À l'échelle de millions de projets à travers le monde et de leurs milliards de lignes de code, les gains potentiels en eqCO2 sont énormes. Mais cela suppose de pouvoir systématiser ces améliorations partout, tout le temps (voir Section 3). Voici deux cas qui font qu'une application mobile n'est pas considérée comme étant « éco-codée ».

### 2.1 Luminosité de l'écran

Il existe une instruction de programmation spéciale pour forcer la luminosité de l'écran au maximum. L'écran étant le composant le plus consommateur d'un smartphone fonctionnant sur batterie, cette mauvaise pratique entre en contradiction avec la stratégie intelligente de l'OS qui consiste à adapter en permanence la luminosité de l'écran à la luminosité ambiante. Il est alors normal de la remonter comme un défaut énergétique potentiel, afin de limiter la décharge de la batterie. Une fois informée, l'équipe de développement sera chargée de sa résolution, ou pas...

### 2.2 Poids des images

À côté du code source pur et dur, un autre exemple concerne le format des images empaquetées dans l'application mobile. Le format Webp est nativement pris en charge et fortement recommandé pour diminuer le poids du fichier binaire de distribution (APK pour Android et IPA pour iOS) sur les magasins d'applications. Il est normal de signaler à l'équipe la liste des fichiers images (hors icones de lancement) qui n'ont pas été convertis dans ce format optimisé. C'est une façon de lutter contre l'obésité des applications mobiles, qui nécessitent de plus en plus d'espace de stockage sur nos smartphones (et en mémoire vive) et peuvent nous pousser à les changer pour héberger toujours plus d'apps.

> Le lecteur intéressé par la liste complète des défauts de code pour Android et iOS la trouvera sous forme d'un référentiel open source, en constante évolution [5].

## 3 Revue de code & amélioration continue

L'amélioration de la qualité en continu consiste à passer en revue toute la structure et le code source des projets Android et iOS, afin de repérer les défauts potentiels vis-à-vis du s12y. Heureusement, il n'est pas nécessaire de confier cette tâche fastidieuse à un expert humain : c'est la revue de code automatisée. Le passage à l'échelle

devient alors possible. Il suffit pour cela de brancher un analyseur dédié en fin de chaîne de production du logiciel. Ci-dessous quelques points saillants concernant le fonctionnement d'un tel outil, lui-même basé sur une solution de qualité de code mondialement utilisée : SonarQube ™.

### 3.1 Rapport d'analyse s12y

Le principe de l'analyseur est de passer les lignes de code au peigne fin (« scanner du code source » dans le jargon) afin de détecter les défauts s12y. Techniquement, il faut plusieurs scanners, car les projets mobiles impliquent plusieurs langages, et non un seul. Par exemple, un projet Android standard implique du Java ou du Kotlin, du XML et du Groovy. Si un défaut de code est repéré, son numéro de ligne est consigné dans un rapport, accompagné de sa description complète, de sa sévérité et de son temps estimé de correction (Figure 1).

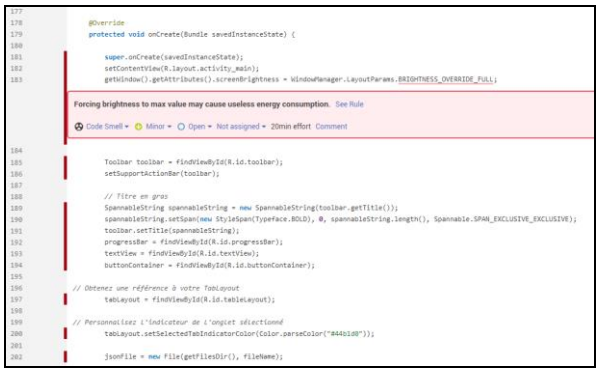



Figure 1 – Défaut détecté (n° de lignes à gauche)

Même s'il n'est pas pris immédiatement en considération, le rapport d'analyse s12y a le mérite de faire prendre conscience aux développeurs que ce qu'ils écrivent peut avoir un impact carbone négatif. Cela encourage les équipes à s'améliorer en continu, sur le projet en cours de développement, ou sur les prochains.

### 3.2 Porte de qualité s12y

Un concept très intéressant en matière de qualité de code est celui de « porte de qualité ». Cette porte peut être définie sur mesure pour chaque projet. Elle spécifie le seuil de qualité en deçà duquel le logiciel ne peut pas être déployé en production, car jugé encore trop « mauvais ». Ce seuil utilise typiquement le nombre de défauts remontés par l'analyseur (expliqué ci-avant). Ainsi, le chef de projet dispose d'un tableau de bord (Figure 2) avec les projets en cours et l'état de leur porte de qualité : passée (*passed*) ou échouée (*failed*). Appliquée au s12y, cette fonctionnalité prend tout son sens avec la responsabilité numérique des entreprises (RNE) éditrices de logiciel : elles ne sont pas censées mettre en production les logiciels potentiellement néfastes pour la planète !

Figure 2 – Projets « passed » ou « failed »

## 4 Conclusions

La route vers le s12y est encore longue, mais les travaux présentés dans cet article ont rendu tangibles ce qui n'était au départ qu'un vague objectif à atteindre. Désormais, le développeur logiciel dispose de référentiels de bonnes et mauvaises pratiques et d'un outil pour les détecter à grande échelle. Bien sûr, tout ceci a ses limites : certains critères des référentiels ne font pas nécessairement l'unanimité chez les experts ; quant à l'analyseur de code, il fait remonter des faux positifs et, plus embêtant encore, des faux négatifs. Cela est inhérent à son fonctionnement technique actuel (non détaillé ici), mais l'IA devrait rapidement changer la donne en la matière.

## 5 Remerciements

Rien de tout cela ne serait possible sans le travail bénévole des membres de la *Green Code Initiative (GCI)*, une association à but non lucratif en faveur des logiciels éco-responsables.

## Références

[1] Gouvernement Français, *Proposition de Feuille de route de décarbonation de la filière numérique*, 2023, https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Proposition_feuille_de_route_decarbonation_numerique.pdf

[2] W3C, *Web Sustainability Guidelines (WSG) 1.0*, https://w3c.github.io/sustyweb/, September 2024

[3] Olivier Le Goaër and Julien Hertout, *ecoCode: a SonarQube Plugin to Remove Energy Smells from Android Projects*, The 37th IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering (ASE), 2022

[4] Gouvernement Français, *Boite à outils numérique écoresponsable*, 2023, https://ecoresponsable.numerique.gouv.fr/publications/boite-outils/fiches/ecocode/

[5] Olivier Le Goaër, *Mobile-specific Best Practices for Sustainable Software (Version 1.5.0)*, 2023 https://github.com/cnumr/best-practices-mobile

# ECOFLOC: outil de mesure énergétique multi-composants

Humberto VALERA[1,*] Franck RAVAT[2,*] Philippe ROOSE[3,*]
Jiefu SONG[2,*] Nathalie VALLES-PARLANGEAU[3,*]

humberto.valera@domolandes.fr[1] prenom.nom@irit.fr[2] prenom.nom@univ-pau.fr[3]

[1] Technopôle Domolandes
Laboratoire recherche

[2] Université de Toulouse Capitole
IRIT (CNRS 5505)

[3] Université de Pau et des Pays de l'Adour
LIUPPA

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Énergie - Environnement - Informatique*

**Résumé –** *Le Big Data Analytics requiert des traitements complexes qui sollicitent fortement diverses ressources matérielles, souvent très énergivores. Cette consommation d'énergie est directement liée à la charge exercée sur ces ressources.*
*Nous proposons ECOFLOC, un outil conçu pour mesurer et fournir des profils complets de consommation d'énergie des applications et des systèmes complexes, tels que les Data Lakes, utilisés dans le BDA. ECOFLOC récupère, via les interfaces GNU/Linux (Windows à venir), les valeurs de puissance des composants matériels ainsi que la charge générée par les applications, puis les convertit en données énergétiques. ECOFLOC couvre des composants clés tels que la CPU, la GPU, la RAM, les cartes réseau et les dispositifs de stockage.*
*Nous avons testé ECOFLOC en analysant un benchmark de Data Lake.*

**Mots-clés –** *consommation énergétique, outils de mesure logiciels*

**Section(s) CNU pour cet article –** *27*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

# 1 Introduction

Le Big Data Analytics (BDA) requiert des traitements complexes, exigeant des ressources matérielles gourmandes en stockage, transfert ou calcul. Cet essor arrive au moment où nous devons faire des économies d'énergie : si nous devons atteindre zéro émission d'ici 2050, il faut réduire de 55% la consommation électrique du numérique. Quelques travaux s'intéressent à la consommation énergétique des applications ; néanmoins, peu de recherches proposent des méthodes de mesure qui prennent réellement en compte des architectures complexes liées au cycle de vie des données, en considérant l'ensemble des applications et des ressources matérielles impliquées. Une de ces architectures clés est le Data Lake (DL), une solution centralisée pour le stockage de données massives et hétérogènes [1].

Deux méthodes existent : (1) les capteurs physiques, qui mesurent la consommation des dispositifs sans distinguer celle des applications ou des composants (CPU, RAM, etc.) [2] ; (2) les outils logiciels, qui évaluent la consommation des applications. Nous nous intéressons plus particulièrement à ces derniers. Certains sont développés comme une couche au-dessus des interfaces de bas niveau des processeurs pour évaluer la consommation des processus [3, 4] ou des fragments du code source [5]. Ces derniers négligeant des composants clés pour le BDA, tels que la RAM ou les périphériques d'entrée/sortie. [1] . D'autres approches considèrent divers composants matériels mais se limitent à l'analyse d'une charge de travail spécifique pendant une période déterminée et, à notre connaissance, n'ont pas maintenu la compatibilité avec les nouvelles versions des systèmes d'exploitation [1]. Enfin, certaines méthodes étudient la consommation de l'intégralité du trajet d'une requête client dans des environnements distribués [6], mais elles ne sont pas adaptées pour analyser le comportement énergétique d'applications ou de systèmes complexes, tels que les systèmes BDA, sur le long terme.

Nous proposons ECOFLOC, un outil de mesure de la consommation énergétique des applications. ECOFLOC est compatible avec les systèmes BDA, car il peut mesurer les applications de façon globale (en prenant en compte leurs processus, sous-processus et threads), ainsi que les ressources matérielles impliquées, telles que la CPU, la GPU, la RAM, la carte réseau et les dispositifs de stockage. ECOFLOC a été évalué en mesurant la consommation énergétique de la zone d'ingestion d'un Data Lake (DL) permettant le management de systèmes de BDA.

# 2 Fonctionnement de ECOFLOC

De manière générale, ECOFLOC fonctionne avec quatre paramètres principaux : le nom de l'application et le composant matériel à analyser, un intervalle d'exécution et une durée totale d'analyse. À chaque itération définie par l'intervalle $i$, ECOFLOC identifie les processus et sous-processus liés à l'application et mesure leur charge sur le composant matériel sélectionné. Il calcule ensuite la consommation d'énergie pour chaque intervalle jusqu'à la fin de la durée totale d'analyse [1].

- Pour la CPU, ECOFLOC découvre quels sont les cœurs réels utilisés par l'application, puis, pour chacun de ces cœurs, il utilise une formule basée sur : la capacitance $C$ (capacité des circuits à stocker des charges), la tension $V$ (différence de potentiel électrique) et la fréquence $F$ (oscillations par seconde), pondérée par le pourcentage d'utilisation $U$ généré par l'application.

$$_{cpu_i} = C \cdot (V_i)^2 \cdot f_i \cdot \frac{U}{100}$$

- Pour la RAM, ECOFLOC prend en compte le nombre d'opérations de lecture et d'écriture générées par l'application dans l'intervalle $i$ sur ce dispositif ainsi que l'énergie consommée pour chacune d'elles.

$$E_{ram_i} = N_{R_i} \times E_R + N_{W_i} \times E_W$$

où $N_{R_i}$ est le nombre d'opérations de lecture, $N_{W_i}$ le nombre d'opérations d'écriture, $E_R$ l'énergie consommée par chaque opération de lecture, et $E_W$ l'énergie consommée par chaque opération d'écriture, issues des outils de performance et des travaux de benchmarking (voir références dans [1]).

- Pour la carte réseau et le dispositif de stockage, ECOFLOC prend en compte le coût énergétique de l'état actif de ces dispositifs, pondéré par la charge de l'application par rapport à la capacité de transfert maximale du dispositif dans l'intervalle $i$.

$$E_{D_i} = W_u \times \left( \frac{L_i}{L_{MAX}} \right)$$

où $E_{D_i}$ est l'énergie consommée dans l'intervalle $i$, $W_u$ la puissance utilisée dans l'état actif, $L_i$ la charge généré par l'application dans l'intervalle $i$, et $L_{MAX}$ le taux de transfert maximal du dispositif.

- Enfin, pour la GPU, ECOFLOC pondère directement l'énergie consommée par ce dispositif en fonction de l'utilisation générée par l'application.

$$E_{GPU_i} = P_{GPU} \times \frac{U_{GPU_i}}{100}$$

où $E_{GPU_i}$ est l'énergie consommée par la GPU dans l'intervalle $i$, $P_{GPU}$ est la puissance de la GPU, et $U_{GPU_i}$ est le pourcentage d'utilisation de la GPU par l'application dans l'intervalle $i$.

# 3 ECOFLOC en action sur un Data Lake

Nous avons testé ECOFLOC sur les phases d'ingestion d'un DL et de génération des métadonnées, sur un

benchmark de référence spécialement conçu pour évaluer les opérations Big Data dans un Data Lake [7]. C'est un système complexe composé de plusieurs applications qui interagissent entre elles, dont l'exécution génère une charge sur les 4 composants matériels les plus importants : CPU, RAM, NIC, et le stockage. La phase d'ingestion assure le transfert et le stockage des données : fichiers pdf et données structurées. La phase de génération des métadonnées (degré de similarité, création de groupes en fonction du contenu, langage, etc.) pour assurer une meilleure gouvernance des données dans le DL. Ainsi, plusieurs traitements s'enchainent : transformation des données sources, optimisation des données, génération de métadonnées, analyses de similarité. Cela repose sur une architecture technique complexe composée d'instances d'Elasticsearch, MongoDB, Neo4j et SQLite. L'expérience a été menée sur un corpus dont le volume est de 18,75 Go.

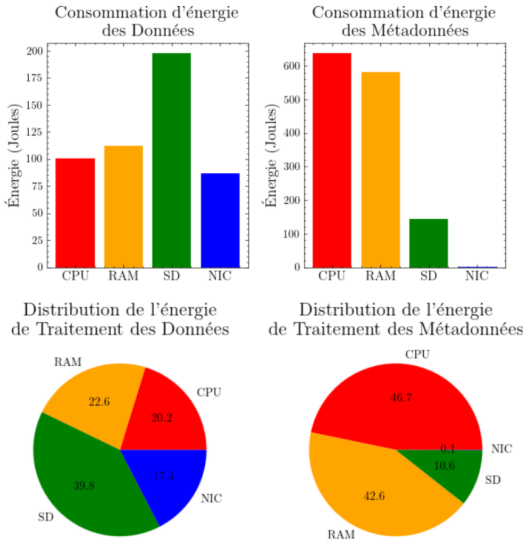



FIGURE 1 – Consommation d'énergie pour l'ingestion des données et la génération des métadonnées

La figure 1 présente la consommation énergétique des opérations d'ingestion et de génération des métadonnes du benchmark. Elle révèle que, pour l'ingestion de données, le dispositif de stockage est le composant ayant le plus consommé d'énergie avec 197.46 J, soit 39.8% du total, suivi par la RAM à 111.95 J (22.6%) et la carte réseau à 86.39 J (17.4%). Ce qui est prévisible étant donné que les opérations sont principalement de type E/S. Concernant le traitement des métadonnées, le CPU avec 637.27 J (46.7%) et la RAM avec 581.23 J (42.6%) sont nettement plus énergivores de par la nature même des opérations impliquées.

Grâce à **ECOFLOC**, nous spécifions la consommation individuelle des composants matériels pour chacune des opérations effectuées par une application ou un système complexe. Ceci permet d'envisager des stratégies d'économie d'énergie sur plusieurs plans : répartition de charge, optimisation du codage, traitement des données, etc.

## 4 Conclusion

ECOFLOC est un outil de mesure énergétique des applications en fonction de la charge qu'elles exercent sur différents composants matériels. Cela permet d'évaluer la consommation par composant et de définir un profil énergétique des applications. Grâce à sa capacité de définir des intervalles et des temps d'exécution, et d'analyser les applications avec tous les processus et sous-processus associés, ECOFLOC est particulièrement adapté à l'analyse de systèmes complexes, tels que ceux utilisés pour le BDA. Pour en savoir plus, vous pouvez vous rendre sur `https://github.com/labDomolandes/ecofloc`.

## 5 Travaux futurs

Nous faisons évoluer ECOFLOC pour inclure d'autres composants et méthodes de mesure (ex. RAPL pour CPU) et assurer sa compatibilité avec différentes distributions GNU/Linux, Windows et les machines virtuelles.

## Références


[1] Humberto Valera, Alexandre Maurice, Franck Ravat, Jiefu Song, Philippe Roose, and Nathalie Valles-Parlangeau. Energy measurement system fordata lake : An initial approach. In *Intelligent Information and Database Systems*. Springer Nature Singapore, 2024.

[2] Mathilde Jay, Vladimir Ostapenco, Laurent Lefevre, Denis Trystram, Anne-Cécile Orgerie, and Benjamin Fichel. An experimental comparison of software-based power meters : focus on cpu and gpu. In *2023 IEEE/ACM 23rd International Symposium on Cluster, Cloud and Internet Computing*, 2023.

[3] Adel Noureddine. Powerjoular and joularjx : Multi-platform software power monitoring tools. In *2022 18th International Conference on Intelligent Environments (IE)*, 2022.

[4] Benoit Petit. scaphandre, 2023.

[5] Marcus Hähnel, Björn Döbel, Marcus Völp, and Hermann Härtig. Measuring energy consumption for short code paths using rapl. *SIGMETRICS Perform. Eval. Rev.*, 2012.

[6] Vaastav Anand, Zhiqiang Xie, Matheus Stolet, Roberta De Viti, Thomas Davidson, Reyhaneh Karimipour, Safya Alzayat, and Jonathan Mace. The odd one out : Energy is not like other metrics. 3, 2023.

[7] Pegdwendé N Sawadogo and Jérôme Darmont. Dl-bench+ : A benchmark for quantitative and qualitative data lake assessment. *Data & Knowledge Engineering*, 2023.

# Robots de téléprésence dans un contexte éducationnel

Laurent GALLON[1, *]
laurent.gallon@univ-pau.fr

[1] IUT des Pays de l'Adour
Laboratoire LIUPPA

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Robotique*

**Résumé –** *le cadre de notre démonstration est l'utilisation de robots de téléprésence dans un contexte éducationnel, et plus particulièrement à destination d'élèves absents longuement de leur établissement scolaire pour raisons de santé. Nous proposons aux personnes présentes à CNRIUT de découvrir les conclusions de trois ans d'observation de l'utilisation de ces robots, à travers une démonstration de la manipulation du robot, et un questionnaire interactif portant sur les conclusions de ces observations. Les participants pourront ainsi mieux comprendre l'impact du robot à la fois sur l'institution, ses personnels et son organisation, ainsi que sur les apprentissages reçus par les élèves bénéficiaires.*

**Mots-Clés –** *Robot de téléprésence, inclusion scolaire, lien social, continuité pédagogique*

**Section(s) CNU pour cet article -** ***27****.*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –***NON*

**Type de soumission :** démonstrateur

## 1 Introduction

Au cours de ces dix dernières années, un nouvel artefact singulier a fait son apparition dans les établissements scolaires français : le robot de téléprésence. En particulier, depuis septembre 2021, le programme TED-i du ministère français de l'Éducation Nationale, de la Jeunesse et des Sports (MENJS), a permis de déployer 4000 de ces robots dans les écoles françaises [1]. Ils sont utilisés pour permettre aux élèves éloignés de leur établissement pendant une longue période (au moins 3 semaines consécutives), pour des raisons de santé, de retrouver un lien social avec leurs camarades et l'équipe pédagogique, et de continuer à participer en « temps réel » aux activités pédagogiques de leur classe (continuité pédagogique).

Ce programme n'est pas la première expérimentation des robots de téléprésence dans le cadre éducatif. En France, le projet « robots lycéens » [1] a déployé, de 2014 à 2016, une soixantaine de robots Beam[1] dans les lycées de la région AuRA (Auvergne, Rhône Alpes). À la même période, une collaboration entre les Pupilles de l'Enseignement Public (PEP) des Landes[2] et le LIUPPA (Laboratoire d'Informatique de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour) a vu une flotte de 6 robots de téléprésence (Beam[1], Double[3]) déployée dans les collèges et lycées landais [2]. Cette liste de projets est loin d'être exhaustive. D'autres explorations ont été réalisées en France (par exemple à l'Université de Bourgogne[4], ou encore à l'Université de Pau et des Pays de l'Adour[5]), mais aussi à l'international [6], en particulier aux États Unis [4][5].

D'autres cas d'usages que l'absence pour raisons médicales ont aussi été expérimentés. L'« empêchement » qui justifie l'usage du robot peut être issu, par exemple, d'une distance géographique trop grande, ne permettant pas d'être présent physiquement sur le lieu d'un événement. On peut citer, pêle-mêle, l'enseignant en téléprésence pour des cours de langue à des classes distantes [7], des apprenants à distance dans des formations hybrides[6], des immersions à distance de lycéens et journées Portes Ouvertes à distance dans le supérieur [8], etc. Le corps médical expérimente lui aussi des robots de téléprésence « augmentés » (capteurs de température, de pression artérielle, etc.) pour palier à l'absence de médecins généralistes ou spécialistes dans certaines zones géographiques, comme expliqué dans [9].

## 2 Le cadre de notre étude : le projet Telescol

Comme précisé précédemment, le programme TED-i a permis de déployer, depuis 2021, 4000 robots de téléprésence dans les établissements scolaires français. Le MENJS, via sa Direction du Numérique pour l'Éducation (DNE), nous a chargé de faire le suivi et l'évaluation de ce programme de 2021 à 2024 (projet Telescol[7]).

Les élèves potentiellement bénéficiaires d'un robot TED-i sont atteint d'une pathologie aiguë ou chronique, à l'exception des handicaps (qui nécessitent souvent une adaptation technique pour pouvoir piloter le robot) et troubles psy/anxieux (pour lesquels l'apport du robot ne fait pas l'unanimité dans le corps médical). Le robot est positionné dans la salle de classe avec le reste du groupe et l'élève distant peut s'y connecter pendant les heures de cours. Il est ainsi totalement immergé dans la session pédagogique, au milieu de ses pairs. La mobilité du robot lui permet de multiplier les activités qu'il peut réaliser : choix du positionnement du robot dans l'espace classe, participation aux travaux de groupe, visualisation des manipulations en travaux pratiques, discussions avec ses pairs, etc. L'élève peut également suivre ses camarades pendant les intercours, les pauses repas, ... et ainsi recouvrer le lien social générationnel, si essentiel, notamment pour les adolescents.

Trois axes d'étude ont été définis dans Telescol : (i) l'impact du déploiement sur l'organisation de l'institution ; (ii) la qualité de l'accompagnement et de la formation réalisés ; et (iii) l'impact du déploiement sur les apprentissages.

L'observation a été réalisée sur un échantillon de 5 académies pilotes : Bordeaux, Créteil, Limoges, Nantes et Poitiers. En 2022, ces cinq académies représentaient un volume de 1,181 million d'élèves du primaire et 1,184 million d'élèves du secondaire. 2627 dossiers APADHE (demande auprès de l'Éducation Nationale de soutien pédagogique pour un élève, pour cause d'absence longue de l'établissement scolaire) ont été réalisés, soit environ 1% des élèves. 366 d'entre eux ont bénéficié d'un robot, soit environ 14% des dossiers APADHE.

## 3 La démonstration

Nous sommes actuellement en train de terminer le

[1] https://awabot.com/

[2] https://lespep40.org/

[3] https://www.doublerobotics.com/

[4] https://www.francebleu.fr/infos/sante-sciences/a-l-universite-de-bourgogne-les-robots-ont-de-l-avenir-1535654045

[5] https://youtu.be/dTbTYKlZd7w?feature=shared

[6] https://www.inspe-bordeaux.fr/pedagogie-innovation/colloques-et-seminaires/les-robots-de-telepresence-mobile-debarquent-linspe

[7] https://telescol.hypotheses.org/

rapport final donnant nos conclusions sur les trois axes de travail précités, à la fois en termes d'observations, d'analyses, mais aussi de recommandations pour le futur. Néanmoins, nous pouvons d'ores et déjà dévoiler quelques éléments, que nous proposons de découvrir au CNRIUT à travers une démonstration. Ces conclusions porteront, en ce qui concerne le déploiement, sur la réussite du déploiement, et les apports principaux de cette solution de continuité pédagogique, mais aussi sur le manque de moyens et l'aspect chronophage du processus de déploiement, qui mettent en danger la pérennisation du projet. L'accompagnement, pas assez développé, sera discuté. Enfin, l'élargissement des apprentissages aux compétences non académiques, en plus des compétences disciplinaires, sera détaillé.

La démonstration sera structurée comme suit :

- Une première phase de pilotage du robot, qui permettra aux personnes présentes sur le stand d'appréhender la notion de **présence**, c'est-à-dire le sentiment d'immersion dans le lieu distant ressenti via l'interface du robot de téléprésence. Le (la) pilote pourra à sa guise se déplacer dans la zone des démonstrateurs, et interagir avec les gens présents ;
- Une deuxième phase d'observation et d'interaction avec le robot piloté par une autre personne. L'intérêt ici est d'appréhender la notion de **co-présence**, c'est-à-dire la notion de présence physique du pilote distant via son avatar robotique ;
- À la suite de ces deux premières phases, nous proposerons à l'ensemble des personnes présentes sur le stand de répondre à un questionnaire interactif (kahoot), afin de découvrir les conclusions de Telescol. Plusieurs réponses seront proposées pour chaque question, et l'ensemble des personnes présentes pourront répondre simultanément. À la fin de chaque question, une explication sera donnée sur la « bonne réponse », c'est-à-dire ce que nous avons constaté sur le terrain, et les raisons qui la justifient.

## 4 Remerciements

L'auteur remercie la DNE pour avoir accepté de financer et de permettre d'observer le déploiement des robots TED-i pendant les 3 années du projet Telescol. Il remercie aussi le Réseau Régional de Recherche en Robotique (R4[8]) et le Réseau Régional de Recherche en Numérique pour l'Éducation (R3NumEd[9]) qui le soutiennent régulièrement. L'auteur remercie sincèrement le Conseil Départemental des Landes, qui a soutenu les premières expérimentations de téléprésence réalisées dans les Landes, en permettant entre autres d'acheter la première flotte de robots déployée sur son territoire. Enfin, l'auteur remercie très chaleureusement les PEP des landes[2], en particulier Mmes Négui et Dubergey, coordonnatrices APADHE, pour leur amitié, leur confiance et leur collaboration de tous les instants durant les dix dernières années.

[8] https://r4-robotique.fr/

[9] https://r3numed.labo.univ-poitiers.fr/

## Références

[1] Coureau-Falquerho, E., Simonian, S., Perotin, C. (2017) High school telepresence Robot in Auvergne-Rhône-Alpes french area. https://ife.ens-lyon.fr/portail-de-ressources/rapport-sur-lexperimentation-robot-lyceen-en-auvergne-rhone-alpes

[2] Gallon, L., Dubergey, F., Negui, M. (2017). Robot de téléprésence : un outil numérique utilisé par le SAPAD pour rendre présent l'élève absent. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*, (3), 157-171.

[3] Furnon, D. (2018) Usage d'un robot de téléprésence en tant que technologie inclusive : quels enjeux pour l'enseignant traditionnel ? *Thèse de doctorat*, Université de Lyon 1.

[4] Gleason, B., Greenhow, C. (2017). Hybrid education: The potential of teaching and learning with robot-mediated communication. *Online Learning Journal*, 21(4).

[5] Newhart, V. Warschauer, M. Sender, L. (2016). Virtual Inclusion via Telepresence Robots in the Classroom: An Exploratory Case Study. *Int. Journal of Technologies in Learning.* 23. 9-25.

[6] Page, A., Charteris, J., & Berman, J. (2021). Telepresence robot use for children with chronic illness in Australian schools: a scoping review and thematic analysis. *International Journal of Social Robotics*, *13*(6), 1281-1293.

[7] Yun, S., Shin, J., Kim, D., Kim, C. G., Kim, M., & Choi, M. T. (2011). Engkey: Tele-education robot. In *Social Robotics: Third International Conference, ICSR 2011, Amsterdam, The Netherlands, November 24-25, 2011. Proceedings 3* (pp. 142-152). Springer Berlin Heidelberg.

[8] Gallon, L., Duron, T., Rigal, M., Péré, E., & Mengelatte, V. (2022, July). A telepresence robot for a better orientation at university. In *FECS'22-The 18th Int'l Conf on Frontiers in Education: Computer Science and Computer Engineering*.

[9] Wang, M., Pan, C., & Ray, P. K. (2021). Technology entrepreneurship in developing countries: Role of telepresence robots in healthcare. *IEEE Engineering Management Review*, *49*(1), 20-26.

# Logiciel libre pour le suivi énergétique de bâtiment

Camille Lavayssière[1,*] Benoît Larroque[1,*] Franck Luthon[2]

clavayssiere@univ-pau.fr blarroq1@univ-pau.fr franck.luthon@univ-pau.fr

[1] IUT de Bayonne, 2 allée du Parc Montaury, 64600 Anglet
Universite de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, SIAME, Anglet, France

[2] IUT de Bayonne, 2 allée du Parc Montaury, 64600 Anglet
Universite de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, LIUPPA, Anglet, France

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Énergie - Environnement - Informatique - Électronique*

**Résumé –** *La supervision consiste à utiliser l'informatique et les réseaux numériques pour piloter et surveiller à distance des équipements physiques, tels que des processus industriels ou des bâtiments. Dans cet article, on présente une application pour la supervision énergétique de bâtiments. Cette application repose sur un logiciel libre et interopérable basé sur le langage Python et déposé sur Github. Après un rappel sur le besoin d'interopérabilité, on présente l'architecture matérielle et logicielle conçue pour le suivi énergétique du bâtiment universitaire de l'IUT de Bayonne, avant de conclure en élargissant les domaines applicatifs au cas des TP à distance en électronique analogique, ou à la surveillance de l'environnement du littoral maritime, eux aussi possibles grâce à cet outil de supervision logicielle générique et modulaire.*

**Mots-clés –** *SCADA, gestion énergétique, logiciel libre, interopérabilité*

**Section(s) CNU pour cet article –** *61*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

# 1 Introduction

Depuis la fin du 20e siècle, l'évolution des systèmes électroniques embarqués permet d'accéder à un grand nombre de données pour la surveillance, le contrôle et l'analyse de systèmes technologiques. Depuis 2009 [1], le nombre d'objets connectés a dépassé le nombre d'êtres humains sur terre. Utilisés depuis de nombreuses années dans l'industrie et la recherche, ces systèmes envahissent aujourd'hui la sphère publique (éducation, transport) et la gestion domestique (automatisation, smartphones).

La multiplication des IoT (*Internet of Things*) conduit à un besoin informatique pour consulter, analyser et archiver les données issues de ces objets connectés. Les logiciels de type SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) répondent à ces besoins en permettant de surveiller, contrôler et interagir en temps réel avec des installations techniques (capteurs, actionneurs, logiciels, stockages) et des humains.

# 2 Interopérabilité : matérielle, logicielle, humaine

Le réseau de terrain autorisant la communication des objets doit être interopérable afin de s'adapter à l'hétérogénéité des matériels connectés. Ce concept d'interopérabilité s'applique également aux systèmes offrant une interaction entre les humains et les équipements connectés, et répondant aux besoins des usagers de ce type de système.

Le défi consiste à fournir un accès à distance unifié aux dispositifs, permettant une communication efficace pour les systèmes SCADA en suivant l'évolution des protocoles d'échange (bus de terrain, protocole Internet, LoRa), des interconnexions (Internet des objets), des médias (ordinateur, téléphone) et des utilisateurs (informaticiens et non-informaticiens, grand public). Le réseau IP (*Internet Protocol*) est un protocole standard qui a permis l'accès à distance unifié aux dispositifs, rendant possible une communication efficace pour les systèmes SCADA.

Les applicatifs sur lesquels s'appliquent les logiciels SCADA sont très divers. Dans cet article nous nous focalisons sur le suivi énergétique de bâtiment qui devient de nos jours un enjeu majeur pour participer à la transition énergétique. En effet, il est essentiel de connaître précisément les consommations énergétiques des différents systèmes technologiques équipant un bâtiment et d'interagir avec ces systèmes par une commande automatisée mais également d'interagir avec des usagers pour les conseiller dans leurs actions comportementales avec le système bâtiment.

L'Institut Universitaire de Technologie (IUT) de Bayonne et du Pays basque s'est doté depuis avril 2014 d'une instrumentation lui permettant de suivre précisément sa consommation énergétique. Seule la consommation d'eau ne fait pas encore l'objet d'une instrumentation programmée et les relevés de consommation de ce fluide doivent s'effectuer manuellement.

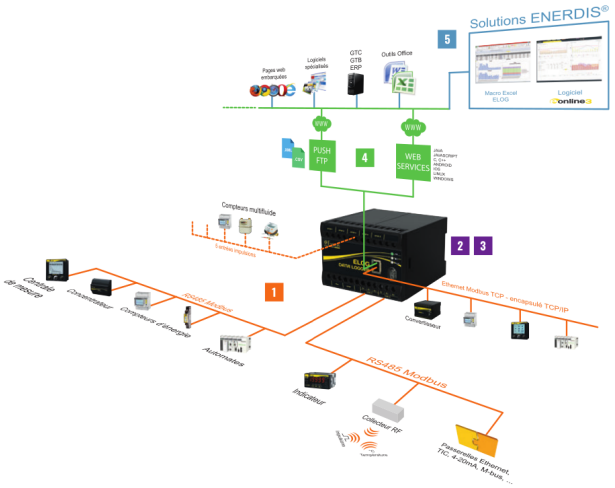



FIGURE 1 – Schéma générique d'architecture matérielle du suivi énergétique.

# 3 Architecture matérielle de l'instrumentation

## 3.1 Architecture générale

L'architecture générale d'une instrumentation pour le suivi énergétique du bâtiment de l'IUT de Bayonne est décrite par la figure 1. Ici le fabricant proposant ce type de solution est Chauvin-Arnoux mais le principe de l'architecture réseau reste semblable quelle que soit la solution matérielle et logicielle utilisée. Chaque fabricant peut proposer une approche système totalement modulaire et évolutive : collecteurs de données, compteurs d'énergie, centrales de mesure et logiciel de suivi énergétique.

Les zones repérées sur la figure 1 sont décrites ci dessous :

1. Matériel communicant sur le réseau (automates programmables, centrales de mesures, informations capteurs,...) : liaison de type filaire, ethernet, RF (Radio Fréquence) ...
2. Récupération des données énergétiques des compteurs grâce à une communication Modbus.
3. Concentrateur de données Elog : les concentrateurs de données sont dotés de certains pilotes (e.g. : Modbus, BACNet,...), d'une capacité de stockage et d'un serveur web embarqué.
4. Autres noeuds de l'architecture réseau (passerelles ELog)
5. Liaison sur le réseau ethernet de l'entreprise :
   — Serveur : ordinateur dédié à la télérelève des données, leur archivage et la gestion d'un site web pour fournir un accès aux usagers.

— Client : appareils utilisés par les usagers pour l'accès et le paramétrage des interfaces homme machine.

### 3.2 Système d'instrumentation du bâtiment de l'IUT

L'IUT de Bayonne a installé différents éléments pour la collecte des données énergétiques de son bâtiment :

— **2 concentrateurs de données ELog** : ils mémorisent en continu les données issues de tous les appareils raccordés sur le réseau Modbus. Les données sont mémorisées pendant 2 mois ce qui permet de palier une absence de télérelève de la part du serveur.
— **1 Enerium 50** : centrale de mesures pour analyser le départ électrique général du bâtiment.
— **2 mesures spécifiques** :
  — Compteur Eau Froide IUT : compteur à impulsions non communicant. Cette donnée ne peut donc pas être "télé-relevée" mais l'utilisateur a la possibilité de renseigner manuellement la base de données en faisant des relevés manuels sur l'index du compteur.
  — Pollutherm Bât. IUT : calcul de consommation de gaz en temps réel par l'intermédiaire d'un calorimètre.
— **20 Compteurs ULYSCOM** utilisés pour des mesures énergétiques sur différents départs (tableaux divisionnaires, centrale de traitement d'air,...).

## 4 Création d'interfaces

Le logiciel libre PyScada est un système générique de SCADA qui utilise le cadre Django comme plate-forme de développement.

Ce logiciel est composé de différents éléments (figure 2) lui permettant de se connecter à des instruments (lecture et écriture), de créer une interface humain-machine (IHM) et de stocker et d'analyser des données.

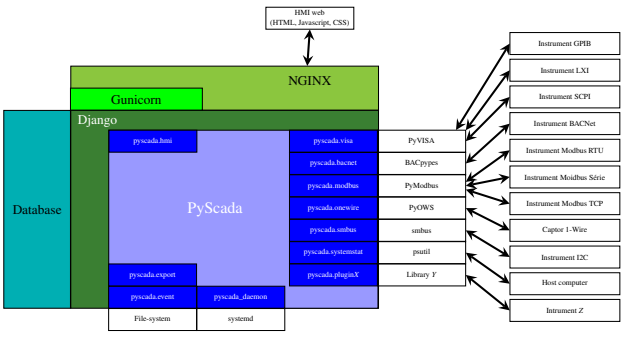



FIGURE 2 – Architecture de PyScada comme application Django.

Ce logiciel est extensif et modulaire. Chaque nouveau module peut venir ajouter ou modifier des fonctionnalités, telles que :

— les protocoles de communication utilisés : Modbus, BACNet, OPC-UA...,
— les stockages utilisés : base de données spécifique ou distante,
— les traitements des données : algorithmes, gestion d'événements et d'alarmes,
— les objets graphiques : camembert, graphe, objet 3D.

Le processus de création d'une interface, décrit en figure 3, est simple et accessible à des utilisateurs non spécialistes en informatique ou en technologie de l'information.

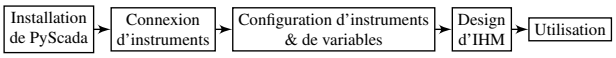



FIGURE 3 – Processus d'utilisation de PyScada.

## 5 Conclusions

Le logiciel développé (PyScada, voir section 4) est utilisé dans diverses applications :

— par le laboratoire commun Kosta Risk [2], qui comprend l'équipe IVS (Interaction Vagues-Structures) du laboratoire SIAME (Sciences pour l'Ingénieur Appliquées à la Mécanique et au génie Électrique) de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA). Ce groupe étudie les risques côtiers tels que les phénomènes de submersion marine et d'érosion, notamment par l'analyse vidéométrique du trait de côte, la validation de modèles de rupture en laboratoire pour les problématiques de submersion marine, et l'analyse des mécanismes physiques sur les ouvrages de défense côtière (digue Artha à Saint Jean de Luz, France).
— travaux pratiques à distance dans le cadre de l'étude de circuits électroniques (filtrage, analyse spectrale) à l'IUT de Bayonne (niveau licence) [3, 4].
— analyse de la consommation d'énergie d'un bâtiment afin d'en optimiser la gestion et d'analyser les possibilités de rénovation du bâtiment.

## Références

[1] D. Evans, How the Next Evolution of the Internet Is Changing Every-thing, Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG) (2011) 11.

[2] E. Imbertie, D. Morichon, B. Larroque, M. Delpey, C. Lavayssière, Autonomous measuring system of overtopping wave impact pressure in real field conditions, Journées Nationales Génie Côtier - Génie Civil, janvier 2022.

[3] C. Lavayssière, B. Larroque, F. Luthon, Laborem Box : A scalable and open source platform to design remote lab experiments in electronics, Hardwa-

reX, Volume 11, 2022, e00301, ISSN 2468-0672, https ://doi.org/10.1016/j.ohx.2022.e00301.

[4] C. Lavayssière, B. Larroque, F. Luthon (2021) Analysis of students' behavior regarding the use of open source remote laboratories, EDULEARN21 Proceedings, pp. 6791-6799.

# COSYciels : des progiciels et un observatoire pour nourrir des regards croisés sur l'infrastructure COSY

Thierry Nodenot[1*] Mike Deguilhem[2] Jose Manuel Cornejo[1]

Patrick Nguyen[2] Patrick Etcheverry[1] Benjamin Fontaine[1]

Contact : thierry.nodenot@iutbayonne.univ-pau.fr

[1] IUT de Bayonne et du pays basque
Laboratoire d'informatique (LIUPPA)

[2] IUT de Bayonne et du pays basque
Centre de Traitement Informatique (CTI)

*Le/les auteur(s) avec la marque * sont auteur(s) correspondant(s).*

**Thèmes –** *Informatique –*

**Résumé –** *Cet article présente les attendus d'un observatoire des usages d'une infrastructure de virtualisation mise en œuvre au sein de l'IUT de Bayonne. Cette infrastructure nommée COSY est le fruit de travaux de R&D associant enseignants-chercheurs, ingénieurs informaticiens et ingénieurs pédagogiques de l'IUT, Opérée dans un premiers temps pour offrir un support technologique fonctionnant à l'échelle de l'IUT en appui des enseignants souhaitant mettre en œuvre de situations authentiques de formation professionnelle, cette infrastructure a ensuite été déclinée pour répondre aux besoins de bureaux d'étude dans le cadre d'usage de logiciels d'ingénierie 3D très consommateurs en ressources matérielles. Les bureaux virtuels ainsi mis à disposition de communautés diverses d'utilisateurs sont autant de COSYciels dont nous proposons de présenter et discuter les usages lors de la conférence CNRIUT'2025.*

L'observatoire de ces COSYciels a été labellisée très récemment dans le cadre de la mise en place des Pôles Universitaires d'Innovation (PUI). L'article décrit les attendus de cet observatoire et les actions prévues durant l'année 2025 au service de ces attendus.

**Mots-Clés –** *Démonstrateur, Observatoire des usages : Virtualisation du poste de travail, Situations professionnelles authentiques, Compagnonnage et collaboration, communautés de pratiques, formation à distance, Ingénierie 3D*

**Section(s) CNU pour cet article –** *CNU27*

**Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) –** *NON*

## 1 Introduction

Issue de travaux de Recherche menés depuis 2014, l'infrastructure COSY (équipements matériel et logiciels) permet la mise en œuvre de micromondes logiciels au service d'utilisateurs isolés ou de communautés d'utilisateurs. Les services et outils logiciels offerts s'appuient largement sur la technologie de virtualisation du poste de travail, ils permettent tout autant une forte personnalisation des micromondes avant exploitation, la gestion de leur exécution et à des fins de recherche scientifique, la collecte d'indicateurs (logs, traces) durant l'exploitation des bureaux virtuels par des utilisateurs.

Les APIs et outils intégrés dans l'infrastructure COSY font l'objet d'un dépôt à l'APP (Agence pour la Protection des Programmes) et d'un programme de maturation porté par AST Aquitaine. Les progiciels et services applicatifs développés depuis des années à partir de l'infrastructure COSY sont des objets logiciels assez matures sur des domaines très porteurs (Formation hybride et à distance à base d'activités authentiques de formation professionnelle => programme COSY_LT ; Ingénierie 3D pour production de jumeaux numériques à l'échelle de la ville => programme BVI3D). Ils sont le fruit d'un programme de recherche conduit sur la durée ayant donné lieu à des résultats académiques ainsi qu'à des actions de longue haleine pour préparer un transfert des solutions technologiques : ce transfert se traduit par la mise à disposition de bureaux virtuels orientés métier auprès de communautés d'utilisateurs, sous l'acronyme COSYciel (en référence à la notion de progiciel).

En vue des démonstrations qui seront faites à l'occasion des journées CNR'IUT2025, l'objet de l'article est de présenter les éléments saillants de l'observatoire COSYciels qui vient d'être labellisé par le Pôle Universitaire d'Innovation « Sud Aquitaine Innovation ». Dans une première partie, nous décrivons les caractéristiques des deux types de COSYciels ciblés, la seconde partie précise les enjeux de l'observatoire ouvert.

## 2 L'infrastructure COSY, les COSYciels visés

Le programme COSY (Acronyme = Center Of Smart Integrated Innovations) for Working and Learning a pour objet de faciliter le travail et la formation professionnelle via des environnements numériques authentiques et confortables pour leurs usagers ; le terme « situations authentiques » renvoie à des situations professionnelles dont l'authenticité se traduit non seulement par les tâches de résolution de problèmes visées mais aussi par les logiciels-métier mis à disposition des acteurs conduisant ces tâches ; le terme « Smart Innovations » signifie que les innovations doivent apporter des solutions créant un futur meilleur pour les usagers dans les domaines d'application visés (ingénierie 3D, édition multimédia, formation à distance) que ce soit en termes de services offerts ou de confiance que ces services inspirent aux utilisateurs ; le terme « Integrated Innovations » signifie que les innovations doivent non seulement donner lieu à des solutions trouvant leur place sur le marché du numérique dans les domaines visés mais permettre en même temps à une communauté de recherche d'analyser et d'apprendre de ces usages en vue d'imaginer et prototyper les outils futurs. Le mot COSY traduit au final ce confort dans l'usage des technologies grâce notamment aux services numériques personnalisables que le programme d'innovation permet de concevoir, de déployer et d'évaluer.

Résumée simplement, l'infrastructure COSY permet à ce jour la mise en œuvre de micromondes logiciels au service d'utilisateurs isolés ou de communautés d'utilisateurs. Les services offerts permettent tout autant la personnalisation des micromondes avant exploitation, la gestion de leur exécution et la collecte d'indicateurs (logs, traces) durant leur exécution.

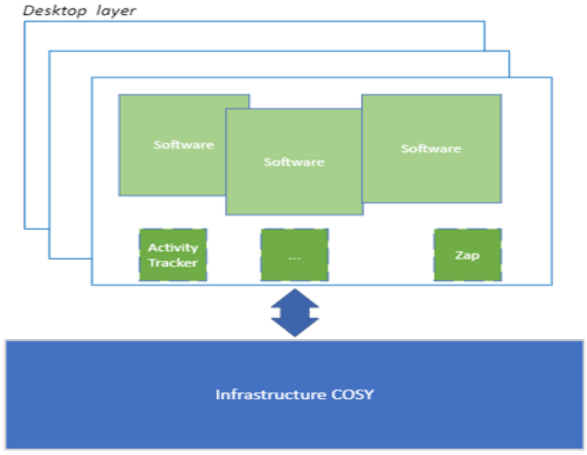



Figure 1 : La couche Desktop exploitée par les utilisateurs

Chaque micromonde est constitué d'un ensemble de logiciels métier auxquels s'ajoutent des outils de collaboration entre acteurs (supervision, compagnonnage et tutorat) et des services de collecte/exploitation de traces laissées par les usagers:

- Dans le cas des COSYciels de type COSY_LT, les traces permettent de récupérer sur un serveur les interactions avec tous les logiciels exploités (souris/clavier) toutes les évolutions des fichiers sur lesquels travaillent les étudiants ainsi que des éléments sur les compétences travaillées à l'occasion .
- Dans le cas des COSYciels de type BVI3, les traces collectées agrègent, par phase de traitement photogrammétrique de création de modèles 3D, une multitude de métriques portant sur la consommation CPU, GPU, RAM, Disques, …

Les deux types de COSYciels que nous proposons d'observer/partager comportent des briques spécifiques liées au métier visé (FOAD vs production de jumeaux numériques) et des briques relativement similaires (interfaces de collaboration, mécanismes de collecte de traces/logs en temps réel, …). Ces deux COSYciels ne sont que des représentants de ce qu'il serait possible de réaliser via l'infrastructure COSY dans le cadre d'un financement structurant (ressources humaines, investissement, fonctionnement).

## 3 Les enjeux de l'observatoire COSYciels

L'observatoire visé par ce programme est de nature différente et complémentaire à la plupart des observatoires qui ont fleuri à l'échelle de l'Etat, des collectivités et autres organisations. Il est en premier lieu de dimension (très) réduite, il repose sur l'agilité de ses animateurs et une mobilisation réussie de ses bénéficiaires potentiels. Il n'a pas pour vocation généraliste de recenser des travaux et projets conduits dans d'autres organisations (dans des contextes qui leur sont propres) pour construire puis labelliser une stratégie. L'observatoire proposé vise à créer les conditions de partage et d'essaimage, non pas sur la base d'idées de projet qu'il serait intéressant de conduire dans l'absolu mais d'applications réellement expérimentables que les acteurs intéressés pourront ainsi analyser et critiquer ; des applications (COSYciels) qu'ils pourraient ainsi contribuer à améliorer ou des applications nouvelles (COSYciels) que l'expérience partagée vécue pourrait les amener à vouloir opérer. Il s'agit donc clairement d'un observatoire promouvant :

- une démarche empirico-inductive de la part des utilisateurs/bénéficiaires des actions/services offerts.
- une démarche d'accompagnateur de la part des animateurs de l'observatoire.

L'accompagnement doit permettre à une partie des bénéficiaires/utilisateurs de l'observatoire de se projeter puis de s'engager dans des actions concrètes caractéristiques de l'essaimage visé. Les missions (WP) de l'observatoire sont résumées dans la figure 2 :

Figure 2. Les missions de l'observatoire.

On notera particulièrement le WP Essaimer qui rassemble des tâches dont la bonne réalisation permettra d'atteindre les objectifs principaux de l'observatoire, à savoir essaimer les expérimentations des deux COSYciels. Plusieurs formes d'essaimage sont visées :

- Un essaimage vertical, important pour les porteurs, qui conduira à augmenter le nombre d'acteurs/clients (s'il s'agit d'entreprises), ce qui permettra d'assurer à la fois l'équilibre économique et l'impact social de ces COSYciels. D'autres COSYciels connexes pourraient ainsi voir le jour, portés par les mêmes acteurs.
- Un essaimage horizontal, important pour l'établissement, permettant dans délais courts de distribuer d'autres COSYciels qui seraient portés cette fois par d'autres structures/acteurs sur d'autres domaines d'application.

## 4 Conclusions

Nous avons présenté les lignes directrices d'un observatoire de progiciels et services applicatifs nommé COSYciels, lié à une infrastructure informatique avancée (COSY) dont la technologie est mature. Issu de travaux de R&D menés sur la durée [1], [2], [3], l'observatoire se positionne sur différents domaines d'applications autour de la formation professionnelle hybride et à distance et la production de jumeaux numériques à l'échelle de la ville. Les solutions bénéficient déjà à une diversité d'usagers sur le territoire : étudiants et enseignants d'IUT et d'école d'ingénieurs, bureaux d'étude et collectivités locales ; ce sont aussi des instruments scientifiques permettant de collecter facilement et d'analyser des jeux traces qui peuvent se révéler très utiles à la communauté de recherche et pour concevoir de futurs services à valeur ajoutée (services de recommandation) qui viendront nourrir les prochaines versions des COSYciels déployés.

## 5 Remerciements

Les auteurs remercient l'ensemble des ingénieurs (informaticiens, ingénieurs pédagogiques) de l'IUT qui ont contribué à la faisabilité de ce programme d'Innovation et de Transfert ; ainsi que la Direction de l'IUT et l'UPPA pour leur soutien administratif/financier.

## Références

[1] Lisa Roux, Thierry Nodenot, Patrick Etcheverry, Pantxika Dagorret, Christophe Marquesuzaà, Philippe Lopistéguy: A learner's behavior model for an E-Learning Hybrid recommender system, Cognition and Exploratory Learning in the Digital Age: 65-83, decembre 2022 (Springer)

[2] Benjamin Fontaine : Étude du potentiel des technologies basées sur NodeJS pour éditer et exploiter des graphes de compétences plus évolués que ceux du LMS Moodle, rapport de stage de Master 2 en Informatique, UPPA, juillet 2024

[3] Lisa Roux, Thierry Nodenot, Patrick Etcheverry, Pantxika Dagorret, Christophe Marquesuzaà, Philippe Lopistéguy: A Classification Approach to Recognize On-Task Student's Behavior for Context Aware Recommendations. ITS 2022: 161-170 (Springer)

# Liste des auteurs


Abbas Chahine, 279–281
Aboulkhouyoul Mariam, 74–76
Achard Jocelyn, 77–79
Adelard Laetitia, 263–265
Agbessi Eric, 110–114
Ageron Blandine, 251–253
Akimowicz Mikaël, 5–7
Alaez Galan Monica, 151–153
Albane Saadia, 266–268
Albert Marion, 133–135
Allanic Nadine, 242–244
Angelergues Gaëlle, 193–195
Arnaud Février, 127–129
Arnould Philippe, 160–162, 175–177
Atzenhoffer Régine, 47–49
Aubépart Fabrice, 127–129
Auffret Michel, 136–138

Bailly Landry, 95–97
Bakhtaoui Yassmina, 196–198
Balti Rafik, 41–43
Barakel Damien, 166–168
Bardet Ludivine, 163–165
Bardin Laure, 44–46
Barille Regis, 50–52
Bascaules Julie, 263–265
Ben Ali Majda, 196–198
Ben Arfa Haddad Kaouther, 215–217
Ben Azizi Chedly, 269–271
Bernard Simon, 178–180
Bigey Magali, 86–88
Biétry Franck, 282–284
Bonasso Nathalie, 260–262
Bonnardot Frédéric, 68–70
Bonnet Muriel, 181–183
Bonose Myriam, 215–217
Bornes Stéphanie, 110–114, 181–183
Boufkhad Yacine, 107–109
Bourgougnon Nathalie, 187–189
Boutin Eric, 145–147
Boy Virginie, 187–189
Brissault Blandine, 35–37

Caillet Hélène, 263–265
Caly Simbou Eva, 154–156
Camman Christelle, 26–28
Capocchi Laurent, 163–165
Cardin Olivier, 236–238
Caron Mathilde, 148–150
Cassely Ludovic, 193–195
Catteau Olivier, 151–153
Charbonnier Madeleine, 41–43
Charrier Bertrand, 233–235
Chauvin Beatrice, 124–126
Checchin Paul, 104–106
Cochez Marianne, 157–159
Com Emmanuelle, 184–186
Combier Clément, 175–177
Commandré Ysé, 193–195
Commes-Maerten Therese, 288–290
Cornejo Jose Manuel, 310–312
Couturaud Benoit, 35–37
Creusier Jordane, 282–284

Dannaoui Abdel Raouf, 104–106
De La Morinerie Pierre, 236–238
Debain Christophe, 104–106
Deguilhem Mike, 310–312
Delannoy Elodie, 163–165
Delbès Céline, 181–183
Deltenre André, 166–168
Delumeau Thibault, 56–58
Dentel Didier, 101–103
Deschamps Thibault, 56–58
Deschènes Jean-Sébastien, 41–43
Destouches Damien, 35–37, 184–186
Dezord Clément, 279–281
Di Jorio Léo, 212–214
Diet Anna, 181–183
Djemia Philippe, 221–223
Dogble Rodrigue Codjovi, 193–195
Drouin Delphine, 41–43
Dubedout Camille, 224–226
Duflo Hugues, 178–180
Dulaquais Gabriel, 136–138
Durand Hélène, 148–150

El Azzouzi Nabila, 196–198

El Mechyly Khaoula, 101–103
El Nar Chadi, 29–31
El Soufi Ghina, 212–214
Enríquez José A, 175–177
Erritali Mohammed, 53–55
Espinasse Laura, 14–16
Etcheverry Patrick, 53–55, 310–312
Evain Nicolas, 160–162
Exposito Ernesto, 160–162

Fenninger Solène, 212–214, 275–278
Ferré Arthur, 178–180
Firlej Virginie, 184–186
Fontaine Benjamin, 310–312
Fontanari Rodrigo, 17–19
Fouché Adèle, 2–4
Frugier Fabrice, 32–34
Fulconis Francois, 2–4
Fulconis François, 74–76
Furet Benoit, 20–22

Gallon Laurent, 303–305
Gallouj Camal, 121–123
Gandegnon Médéssè, 193–195
Garcia Arnaud, 285–287
Gargouch Nesrine, 41–43
Garrigou Alain, 133–135
Gaspar Lopes Jeanne, 184–186
Geslain Edouard, 218–220
Gheysens Lili, 71–73
Girardin Nicolas, 254–256
Goncalves Olivier, 41–43
Gontier Karine, 245–247
Gonçalves Paulo, 139–141
Grillet Nadia, 166–168
Grollemund Paul-Marie, 181–183
Grosdidier Thierry, 260–262
Grota Abdelkader, 53–55
Guilloteau Claire, 269–271
Guillou Enora, 23–25
Guo Xiaofeng, 107–109
Guérandel Carine, 209–211

Hajder Aleksandra, 41–43
Heraud Cécile, 245–247
Houssier Marianne, 172–174, 245–247
Huynh Quôc Thai, 14–16

Issaoui Riadh, 77–79

Jaroszynski Nathan, 178–180
Joly Nicolas, 11–13
Jourdan Astrid, 254–256
Juban Jean-Yves, 8–10
Julien Mathilde, 62–64

Kashif Muhammad, 275–278
Kergosien Eric, 115–117
Koeberle Pascal, 130–132

Laamech Nouha, 224–226
Labrouche Geoffroy, 5–7
Laconte Johann, 104–106
Lacoste Grégoire, 98–100
Lamy Aurélia, 115–117
Lanceleur Victor, 80–82
Lancini Agnes, 190–192
Lanoisellé Jean-Louis, 187–189
Laroche Florent, 236–238
Larroque Benoît, 306–309
Lartigue Véronique, 294–296
Lasserre Marie, 245–247
Latorre Loïc, 233–235
Latouille Ophélie, 5–7
Lavayssière Camille, 306–309
Le Carpentier Éric, 56–58
Le Goaer Olivier, 297–299
Le Loeuff Jeanne, 187–189
Le Menn Claude, 136–138
Le Nir Yannick, 254–256
Lelong Clémence, 275–278
Lequart Vincent, 11–13
Levi Timothée, 95–97
Li Chen Hui, 221–223
Livolsi Laurent, 26–28
Loup Stéphanie, 151–153
Loustau Thomas, 212–214, 275–278
Luthon Franck, 306–309

Maalouf Chadi, 263–265
Maffei Michel, 65–67
Magniont Camille, 89–91
Majidipur Amene, 184–186
Malherbe Lenaïc, 263–265
Marc Olivier, 263–265
Marec Helene, 41–43
Martin Corinne, 206–208
Martin Patrick, 11–13, 196–198
Martin-Lacroux Christelle, 8–10
Maréchal Pierre, 178–180
Massin Julien, 166–168
Massion Roxane, 260–262
Massé Anthony, 41–43
Matuszak Céline, 115–117
Mauvoisin Mélanie, 133–135

Mbam Augustin Junior, 145–147
Mehats Jérémy, 233–235
Mehdaoui Ahmed, 101–103
Mesples-Carrere Rémi, 77–79
Micolau Gilles, 279–281
Milland Laurent, 248–250
Mille Vianney, 77–79
Monnier Nolwena, 151–153
Morançais Pascal, 187–189
Mouget Jean-Luc, 41–43
Mouline Jean Pierre, 227–229
Mousseau Pierre, 56–58, 242–244
Moustapha Mai Tchougoune, 239–241
Munier Manuel, 224–226

Neveux Philippe, 272–274
Nguyen Patrick, 310–312
Niasse Baye Birama, 127–129
Nodenot Thierry, 53–55, 310–312
Noel Cédric, 257–259
Noureddine Adel, 175–177
Nzoundja Fapi Claude, 107–109

Ouakki Moussa, 196–198

Paché Gilles, 2–4
Palais Olivier, 166–168
Panserat Stéphane, 245–247
Pedron Elodie, 41–43
Pessel Nathalie, 163–165
Pirri Carmelo, 101–103
Plichon Véronique, 23–25
Plot Christophe, 56–58
Poisat Jacques, 83–85
Pouani Constant, 89–91
Poupet Cyril, 181–183
Pouvreau Cédric, 218–220
Pruvost Jeremy, 41–43
Puigt Matthieu, 269–271
Pujo Patrick, 74–76

Rakotovahiny Marie-Andrée, 148–150
Rasolonoromalaza Kristina, 148–150
Ravat Franck, 300–302
Redon Laurence, 266–268
Reisberg Steeve, 107–109
Reiter Alan, 227–229
Rio Florence, 199–202
Ristor Rafaël, 133–135
Rodier Sophie, 110–114
Rohr Olivier, 212–214, 275–278
Roose Philippe, 300–302
Roussel Gilles, 269–271
Roy Jerome, 245–247
Royon Laurent, 107–109
Ryckelynck Philippe, 230–232

Sabathier Vincent, 89–91
Saddiki Taha, 279–281
Saez Christine, 110–114
Samhat Khadija, 41–43
Samè Johanne, 38–40
Santana Murillo, 139–141
Santini Don-Mathieu, 163–165
Sasso Karel, 245–247
Sassolas Delphine, 142–144
Sayed Ahmed Nour, 279–281
Schwartz Christian, 212–214, 275–278
Senhaji Youness, 291–293
Serais Jérôme, 118–120
Sidhoum Chérif, 254–256
Song Jiefu, 300–302
Sora Valerio Massimo, 212–214
Soyeux-Porte Pascale, 184–186
Specogna Antonietta, 248–250
Srhir Bousalham, 196–198
Stara Yannick, 163–165
Stouffs Pascal, 80–82
Sugier Laure, 44–46
Szymkowiak Sophie, 282–284

Tadier Elsa, 199–202
Tamzalit Dalila, 92–94
Teresi Laurent, 151–153
Tetard Florent, 221–223
Thomas Sébastien, 80–82
Tixier-Méta Agnès, 95–97
Toffoli Denyze, 151–153
Tremblay Réjean, 41–43

Vacherot Francis, 184–186
Val Thierry, 266–268
Valentin Audrey, 77–79
Valera Humberto, 300–302
Vallès-Parlangeau Nathalie, 300–302
Van Den Bossche Adrien, 266–268
Vimbert Raphaëlle, 59–61

Wallet Clémentine, 212–214, 275–278
Wen Jing, 260–262

Yachouti Rida, 169–171
Yeo Doféré, 11–13
Yildiz Hélène, 227–229

Zarrouki Imene, 203–205

Zouari Dorsaf, 251–253
Zwick Laura-Lou, 245–247