

PROMOTION 2025
Toulouse INP-ENSIACET



SOMMAIRE

Édito Terréal Wienberger	4
Édito TOULOUSE INP-ENSIACET	6
Chimie	8

Terreal a rejoint en 2024 Wienerberger, l'un des principaux fournisseurs au niveau international de solutions innovantes et écologiques pour l'ensemble de l'enveloppe du bâtiment. Wienerberger est un groupe international leader mondial du marché de la brique et le numéro un pour la production de tuiles en terre cuite en Europe avec plus de 200 sites de production dans 27 pays.

Terreal et Wienerberger c'est aujourd'hui en France 25 sites établis et 2 400 collaborateurs. Forts de ce rapprochement et animés par la passion et la créativité, nous proposons des solutions innovantes et durables au travers de nos quatre activités : couverture, solaire, structure, façade & décoration pour un habitat sain, performant et durable.

Le groupe dispose d'un Centre de Recherche Et Développement (CRED) basé à Castelnaudary en Occitanie pour accélérer la décarbonation de notre industrie et développer l'innovation.

Nous avons renforcé nos projets de R&D process (échangeur de chaleur, stockage d'énergie thermique, pompe à chaleur, micro-ondes, nouveaux brûleurs, solaire thermique, électrification des process, introduction de biométhane, gaz de synthèse issu de la pyrogazéification de biomasse, hydrogène vert...) pour explorer diverses options afin d'augmenter l'efficacité énergétique et les sources d'énergie alternatives.

Nous nous sommes rapprochés de Toulouse INP-ENSIACET depuis une dizaine d'années. Une volonté forte de travailler sur des projets scientifiques et techniques avec une école dont les formations répondent à nos besoins d'étude en matériaux, de processabilité, de conception, dimensionnement des technologies de demain pour la transformation de la matière et de l'énergie.



La maîtrise des étapes de transformation de nos matériaux céramiques et des outils de modélisation et de simulation des procédés à plusieurs échelles est un axe que nous développons pour aller plus loin dans l'optimisation et le développement de nos process industriels.

Les transformations de demain avec nos objectifs de neutralité carbone en 2050 ne peuvent pas se faire sans l'intégration d'ingénieur en génie des procédés et plus largement en génie industriel disposant d'une parfaite maîtrise des outils numériques et de programmation, capable de créer, modéliser et simuler les usines du futur.

Les ingénieurs process de demain sont les élèves d'aujourd'hui dont les compétences en expertise process et en analyse énergétique et exergétique des procédés sont adaptées à nos projets d'intégration énergétique et de transition technologique.

Les projets engagés par Terreal Wienerberger France avec les enseignants chercheurs de l'ENSIACET représentent les fondations pour une collaboration renforcée à venir pour répondre à nos ambitions communes en matière de décarbonation et d'innovation technologique. Pour toutes ces raisons, je suis fier aujourd'hui d'être le parrain de la promotion 2025 et d'accueillir dans notre entreprise des ingénieurs de l'ENSIACET pour être acteurs de la transformation écologique de notre industrie !

Chaque année, les stages en entreprise représentent une étape essentielle dans le parcours des élèves ingénieurs de l'ENSIACET. Ils leur offrent l'opportunité d'appliquer leurs connaissances théoriques à des problématiques industrielles concrètes, tout en développant des compétences professionnelles fondamentales. Véritable trait d'union entre l'enseignement académique et le monde de l'industrie, cette expérience de terrain est aussi un moment de découverte de soi et d'affirmation de choix de carrière.

La diversité des missions menées par nos étudiants reflète la richesse des formations proposées à l'ENSIACET, ainsi que l'étendue des secteurs d'activités qui leur sont ouverts : chimie, génie des procédés, matériaux, génie industriel, énergie, environnement, sécurité industrielle... Les résumés des stages effectués par nos étudiants, rassemblés dans ce recueil, illustrent l'engagement, la curiosité et le sérieux dont ont fait preuve nos élèves tout au long de leur stage. Ils témoignent également de la confiance accordée par les entreprises partenaires, que nous remercions chaleureusement.

Cette année, ces expériences professionnelles s'inscrivent plus que jamais dans un contexte de transformation de l'industrie. Transition énergétique, circularité des matières, sobriété des procédés, innovation responsable : autant d'enjeux auxquels nos futurs ingénieurs sont directement confrontés. Ces stages sont aussi l'occasion de se familiariser avec la Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE), devenue un axe structurant des stratégies industrielles. C'est dans cette dynamique que s'inscrit Terreal, entreprise marraine de la promotion 2025. Acteur industriel reconnu dans le domaine des matériaux de construction en terre cuite, Terreal mène une politique RSE ambitieuse, articulée autour de l'éco-conception de ses produits et la réduction de son empreinte carbone par une meilleure efficacité énergétique des procédés de fabrication et par une substitution progressive des énergies fossiles par des énergies décarbonées.

Son engagement résonne pleinement avec les valeurs portées par l'ENSIACET : excellence technique, innovation durable, et responsabilité sociétale. Les étudiants et diplômés de l'ENSIACET font d'ailleurs.



Son engagement résonne pleinement avec les valeurs portées par l'ENSIACET : excellence technique, innovation durable, et responsabilité sociétale. Les étudiants et diplômés de l'ENSIACET font d'ailleurs.

Le lien entre l'ENSIACET et Terreal est déjà bien vivant ; plusieurs étudiants et diplômés ayant rejoint l'entreprise. Citons par exemple Thomas Chombart, étudiant en 3ème année chimie à l'ENSIACET, en contrat de professionnalisation au sein du CRED à Castelnau-d'Aud ou encore Alexis Laveau, promotion 2019 génie industriel, responsable de projet industriel. Le parrainage de Terreal dépasse le cadre symbolique : il ouvre un espace de dialogue et de transmission entre l'école et l'entreprise, entre futurs ingénieurs et professionnels expérimentés. Nous remercions chaleureusement Terreal pour son soutien, sa disponibilité et la qualité des échanges tout au long de l'année. À travers ce recueil, nous vous invitons à découvrir les projets portés par nos élèves. Ils témoignent de leur professionnalisme, de leur adaptabilité, mais aussi de leur volonté de contribuer à une industrie plus responsable et durable.

Laurent PRAT
Directeur de
Toulouse INP-ENSIACET

Julien ARDOUVIN
Président de
l'AIA7

Chimie *

SOYEZ LES ACTEURS INNOVANTS
D'UNE CHIMIE DURABLE ET RESPONSABLE !

L'ingénieur ENSIACET «Chimie» maîtrise les **stratégies de synthèse de molécules complexes**, synthétiques ou **issues de produits naturels** ayant différentes propriétés d'usage. Travaillant **en équipe** sur des **projets pluridisciplinaires**, sa démarche intègre en amont les **exigences économiques et environnementales** liées au **choix des procédés**, à leurs impacts et à la **valorisation des coproduits**.

* Sous statut étudiant



COMPÉTENCES

- Analysez et caractérissez les produits d'usage et évaluez leur impact environnemental
- Concevez et élaboriez des stratégies de synthèse pour une chimie durable et responsable
- Maîtrisez les outils analytiques appliqués au domaine de la synthèse et du procédé
- Procédé de fabrication: choisissez le procédé valoriser les co-produits, évaluez et maîtrisez les risques

POINTS FORTS

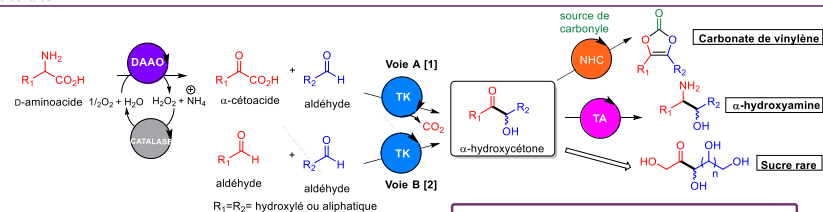
- Maîtrise des méthodes et outils analytiques
- Recherche et développement
- Compréhension du comportement de la matière
- Conception de nouvelles molécules ou de nouveaux matériaux
- Relever des défis pour lutter contre la pollution
- Créer de nouveaux produits en chimie fine
- Développer de nouvelles sources d'énergie
- Prendre en compte les contraintes environnementales et économiques pour le développement de produits ou procédés



OBJECTIFS

Contexte – Biocatalyse en chimie fine

Les **enzymes** sont des protéines possédant une **activité catalytique**. L'utilisation d'enzymes en synthèse organique s'appelle la **biocatalyse**. L'enzyme **transcétolase (TK)** catalyse la formation stéréosélective d'une **liaison C-C** entre un α -cétoacide donneur (nucléophile) et aldéhyde accepteur (électrophile) pour donner un **α -hydroxycétone**. Ces molécules sont précurseurs de molécules à haute valeur ajoutée comme les carbonates de vinyène, les α -aminoalcools et les sucres rares.



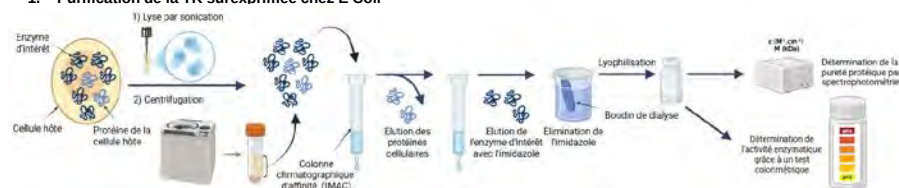
Dans ce contexte, mon stage articule plusieurs objectifs :

- Synthèse des α -hydroxycétone
- Mise au point d'un test de criblage
- Immobilisation d'une enzyme thermostable



MÉTHODOLOGIE

1. Purification de la TK surexprimée chez E Coli

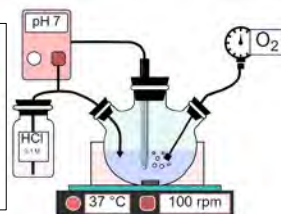


2. Utilisation en synthèse organique

α -hydroxycétone	Enzyme mutée utilisée	Rendement <i>in situ</i>	ee (%)
	TK _{WT} L382F	98 %	94 (S)
	TK _{WT} D470L	98 %	4 (S)
	TK _{WT} WT	92 %	
	TK _{WT} L382F	25 %	99 (S)
	TK _{WT} D470L	36 %	14 (S)
	TK _{WT} WT		99 (S)
	TK _{WT} L382F	42 %	
	TK _{WT} D469E	92 %	
	TK _{WT} H102L H474S	54 %	
	TK _{WT} H102L H474S F435I	52 %	

Paramètres à contrôler pour la synthèse :

- Température : température d'activité enzymatique optimale
- pH : stabilisé pour compenser son l'augmentation par la libération d'ions bicarbonates dans le milieu
- Débit d'O₂ : pour former l' α -cétoacide *in situ*
- Agitation douce : pour ne pas endommager les enzymes



COMPÉTENCES DÉVELOPPÉES

Compétences techniques

- Purification de protéines
- Synthèse enzymatique
 - Par couplage de plusieurs enzymes
 - sous atmosphère inerte
- Suivi *in situ* par RMN
- Purification du produit sur résine par affinité
- Détermination de l'excès énantiomérique
- Détermination de l'activité enzymatique

Compétences humaines

- Travail avec une doctorante
- Encadrement d'une stagiaire de M1
- Interaction entre plusieurs partenaires

Recherche

- Test de criblage : résultats préliminaires
- Immobilisation enzymatique

[1] Camille Gadona, Lison Royer, Muriel Joly, Laurence Hecquet, and Franck Charmantray, *ACS Catal.*, **2025**, 15, 10, 7979–7992

[2] Mélanie L'enfant, Felipe Bruna, Marion Lonillère, Nazim Ocal, Wolf-dieter Fessner, et al., *Advanced Synthesis and Catalysis*, 2019, 361, pp.2550-2558



OBJECTIVES

Peptide-based molecules have shown great potential in tumour-targeted diagnostics and therapy, particularly through the use of **multivalent cyclic peptides** such as **c(RGDfK) tetramers**^{1,2}, which enable highly selective **tumour targeting**^{1,2}.

In parallel, **gold nanoclusters (AuNCs)** have emerged as powerful tools in nanomedicine. These ultrasmall metallic cores possess unique optical properties, including near-infrared (NIR) emission, making them well suited for both **bioimaging**³ and **photothermal therapy**⁴.

This project aims to combine both technologies by developing **functional peptide macromolecules conjugated to gold nanoclusters**, characterising the resulting hybrid systems, and evaluating their tumour-targeting potential, with the ultimate goal of using them for **theranostic** applications.

¹ Wenk, C. H. F. et al. *Cancer Lett.* **2013**, 334, 188–195.

² Borbély, A. et al. *Chem. Eur. J.* **2020**, 26, 2602–2605.

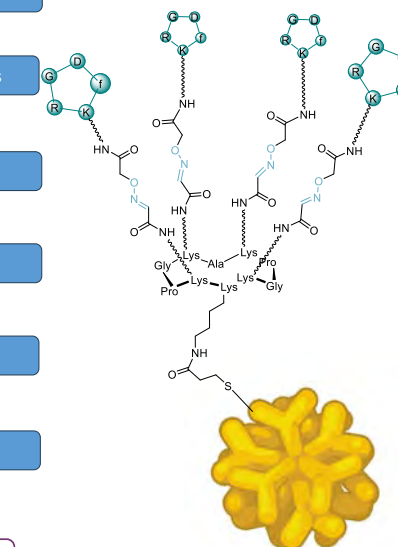
³ Porret, E. et al. *Mater. Chem. B* **2020**, 8, 2216–2232.

⁴ Sharma, N. et al. *Chem. Biomed. Imaging* **2024**, 2, 462–480.



METHODOLOGY

- Synthesis of modified amino acid**
Preparation of functional building blocks for peptide synthesis
- Solid Phase Peptide Synthesis (SPPS) of cyclic peptides**
Synthesis of both the tumour-targeting c(RGDfK) motifs and the central cyclic peptide used as a scaffold core (RAFT)
- Assembly of the peptide macromolecule: RAFT-4RGD**
Conjugation of the c(RGDfK) units onto the central RAFT scaffold using oxime ligation and click chemistry
- Conjugation to gold nanoclusters**
Conjugation of a gold nanocluster with a RAFT-4RGD by ligand exchange reaction
- Conjugate characterisation**
Investigation of structural, optical and physicochemical properties (PAGE, fluorescence spectroscopy, DLS, MS ...)
- Biological evaluation**
In vitro assessment of the tumour-targeting efficiency of the conjugates by flow cytometry



DEVELOPPED SKILLS

- Bibliographic research
- Modified amino acid synthesis
- Solid-phase peptide synthesis (SPPS)
- Peptidic macromolecule assembly

- Analytical and preparative chromatography
- Peptides and nanoclusters characterization (NMR, MS, fluorescence,...)
- Biological assay (flow cytometry)



OBJECTIFS

Contexte

À haute altitude, l'air peut contenir des teneurs élevées en ozone et doit être purifié avant d'alimenter les cabines d'avion. Le prélèvement d'air est assuré par des systèmes pneumatiques où le traitement de l'ozone et des contaminants est assuré par des convertisseurs catalytiques, transformant l'ozone (O₃) irritant, en oxygène (O₂) inoffensif.

L'accumulation de certains contaminants (composés soufrés et/ou phosphorés, etc.) pendant les heures d'opération, peut conduire à la désactivation du catalyseur et donc réduire son efficacité. Ce phénomène est appelé également empoisonnement catalytique.

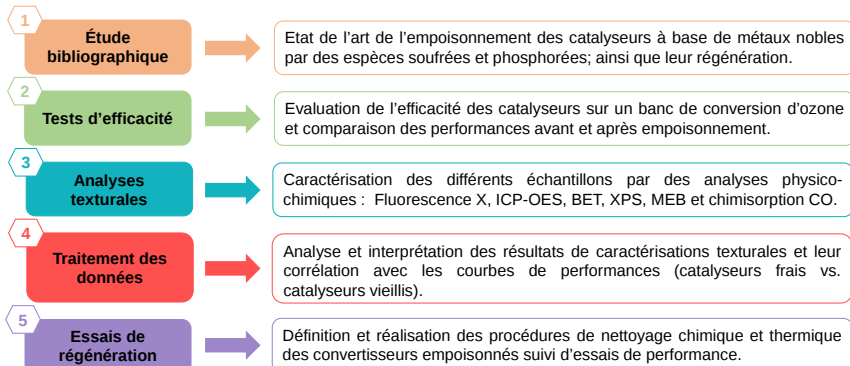
Objectifs

Les objectifs de ce stage sont :

- ❖ Caractériser la texture des catalyseurs avant et après empoisonnement
- ❖ Étudier l'impact de l'empoisonnement sur l'efficacité du convertisseur
- ❖ Corréler le vieillissement aux complexes formés à la surface des catalyseurs et leur potentielle régénération



MÉTHODOLOGIE



COMPÉTENCES DEVELOPPÉES

Hard Skills

- ❖ Réalisation des essais
- ❖ Caractérisation des catalyseurs
- ❖ Etude bibliographique
- ❖ Rapport et restitution des résultats
- ❖ Expertise matériaux

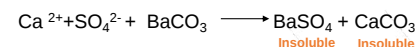
Soft Skills

- ❖ Rigueur
- ❖ Autonomie
- ❖ Travail d'équipe
- ❖ Adaptabilité
- ❖ Assiduité
- ❖ Curiosité
- ❖ Sens du service



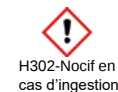
OBJECTIFS

Le **carbonate de baryum** est un additif traditionnellement utilisé dans l'industrie de la terre cuite pour pallier aux problèmes d'**efflorescences** qui apparaissent à la surface des produits riches en **sulfates** solubles.



En faisant précipiter les sulfates dans le produit, le carbonate de baryum empêche la migration de sels à la surface.

Seulement,
Le carbonate de baryum pose des problématiques de **sécurité industrielle** et **environnementales**.

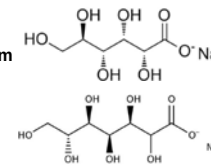


Sans additifs

Avec BaCO₃

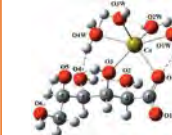
Alternatives :

● Gluconate de sodium



● Glucoheptonate de sodium

Ces sucres carboxylates sont issus de la décomposition du glucose. Leur intérêt réside dans leur aptitude à complexer les ions métalliques notamment l'ion Ca²⁺, et donc à inhiber la formation de CaSO₄·H₂O à l'origine des efflorescences.



Structure optimisée du complexe [CaGluconate]⁺ en solution aqueuse chélaté en anneau à six membres *

L'objectif est donc d'étudier la viabilité de ces nouveaux additifs dans l'industrie de la terre cuite

* Bugris, V., Dudás, C., Kutus, B., Hermet, V., Csankó, K., Brochhauser, S., ... & Sipos, P. (2018). Crystal and solution structures of calcium complexes relevant to problematic waste disposal: calcium gluconate and calcium isosaccharinate. *Structural Science*, 7(46), 598-609.



MÉTHODOLOGIE

- Comprendre les mécanismes physico-chimiques des nouveaux additifs anti-efflorescences **gluconate de sodium & glucoheptonate de sodium**
 - ▶ Réaliser des échantillons contenant les différents additifs
 - ▶ Étudier leur influence sur les propriétés céramiques: **module de rupture, porosité, tenue au gel, tension de surface...**
 - ▶ Caractériser les produits formés: **fluorescence X, MEB, DRX, IR, analyse des fumées de cuisson**
 - ▶ Comprendre les mécanismes d'action des additifs
 - ▶ Définir leurs conditions optimales d'utilisation: **taux d'introduction, conditions d'introduction**
- Identifier de nouveaux additifs anti-efflorescences: **lactate de sodium, pectines**



COMPÉTENCES DEVELOPPÉES



Travailler et évoluer dans un groupe industriel



Mise en place d'un programme de recherche



Organisation et planification des essais



Nouvelles compétences techniques dans le domaine de la céramique et de la minéralogie



Prise de décision et autonomie



Interprétation et restitution des résultats sous forme de rapports et de présentations

GINGER SOFRECO PRESENTATION

Company

- French company specialized in the implementation of international cooperation and industrial projects founded in 1976.

International Presence

- 3,000 projects in over 150 countries
- Permanent offices and representatives in many African and Asian countries

Services

- Engineering, consulting and training services to public sector, international funding agencies, companies, banks and investors.

Areas of expertise

- Intervenes in 4 main sectors: Agriculture and Environment, Industry, Mining, Infrastructure, and Energy, Governance, and Human Development.

OBJECTIVES

- Participation in expressions of interest
- Participation in the preparation of calls for tenders
- Participation in technical studies and project monitoring (Techno-economic Feasibility Study for a New Sugar Cane Complex at North Bengal Sugar Mill Ltd)
- Relationships with subcontractors, clients, and financial institutions

METHODOLOGY AND SKILLS DEVELOPED



1 Expressions of Interest

- Partner search
- Negotiation of partnership terms and conditions
- Preparation of references
- Research and selection
- Search for potential team
- Search for experts
- Presentation of their skills
- Administrative management
- Administrative document management

2 Tenders

- Partner search
- Negotiations
- Preparation of references
- Evaluation of pre-qualification references
- Search of new references
- Forming a team
- Selecting experts to match the offer
- Promoting their CVs
- Administrative management
- Administrative document management

3 Project

- Data acquisition and review
- Participation in the feasibility study of a sugar complex
- Assistance to preliminary design and preparation of the following documents:
 - Bases of design
 - Sugarcane development and expansion strategy
 - Heat and material balance and PFD
 - Equipment list
 - Layout and GA drawings
- Presentation to the client



Twistaroma est un laboratoire spécialisé dans l'analyse des composés volatils et bioactifs présents dans les aliments, les cosmétiques, les parfums et les médicaments. Il se distingue par l'utilisation de techniques de micro-extraction, telles que la SPME ou la SBSE, associées à des instruments analytiques de pointe (GC-MS/SCD, GC-TOF, GC×GC-TOF, LC-Orbitrap).

OBJECTIFS

Contexte

La bière et le vin contiennent une grande diversité d'arômes, dont les thiols volatils, certains présents à l'état de trace (ng/L), mais à fort impact sensoriel. Trois thiols clés (3MH, 3MHA, 4MMP) sont associés à des notes fruitées et sont très recherchés dans le vin et la bière. Leur concentration proche de leur faible seuil de perception (ordre du ng/L) et leur instabilité par oxydation rendent leur analyse complexe. Cela nécessite une méthode d'extraction sélective, protectrice et répétable, couplée à une détection hautement sensible.

La dérivation permet de stabiliser les composés et d'améliorer leur détectabilité. Le PFBB (bromure de pentafluorobenzyle) est un réactif de dérivation couramment utilisé pour les thiols. Il réagit rapidement avec les groupes -SH pour former des dérivés stables et plus facilement détectables en chromatographie gazeuse (GC) couplée à un spectromètre de masse (MS) ou un détecteur de soufre (SCD*).

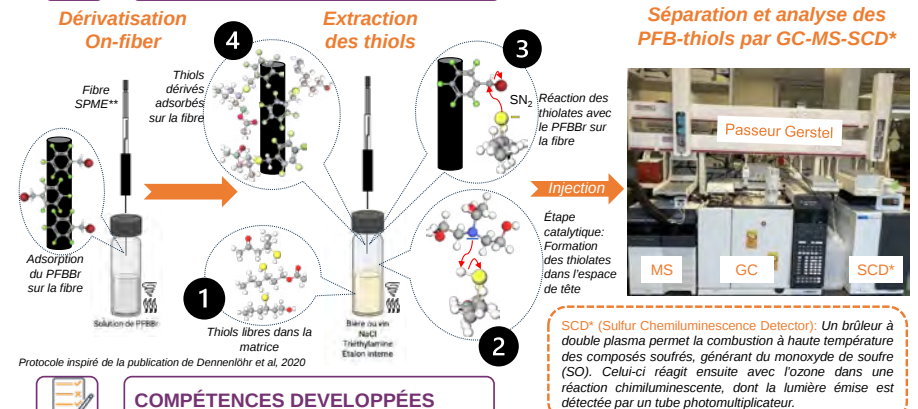


Étapes Clés

- Étudier & optimiser les conditions de dérivation au PFBB
- Étudier la stabilité des thiols dans différentes matrices
- Optimiser les paramètres de la micro-extraction en espace de tête (HS-SPME**)
- Automatiser la méthode sur le préparateur d'échantillon
- Développer les conditions analytiques en GC-MS/SCD*
- Valider la méthode (linéarité, LOD, LOQ, robustesse...)
- Appliquer la méthode à des matrices réelles (bière & vin)

HS-SPME** (Headspace Solid-Phase MicroExtraction): Technique de préparation d'échantillons permettant d'extraire les composés (semi-)volatils d'une matrice complexe. Une fibre recouverte d'un polymère est introduite dans l'espace de tête mis à l'équilibre avec l'échantillon. Les composés adsorbés sur la fibre sont ensuite désorbés thermiquement dans l'injecteur du GC pour analyse.

MÉTHODOLOGIE



COMPÉTENCES DÉVELOPPÉES

- | | |
|--|--|
| Hard Skill <ul style="list-style-type: none"> Dérivation chimique HS-SPME : optimisation des paramètres GC-MS & GC-SCD Développement et validation de méthode Retraitement des données Maintenance et entretien du MPS & du GC-MS | Soft Skill <ul style="list-style-type: none"> Analyse et synthèse de données Adaptabilité et autonomie Organisation expérimentale Communication scientifique Rigueur scientifique Travail en équipe |
|--|--|

Une publication pour en apprendre plus sur le sujet !



Développement d'un produit cosmétique
De la R&D jusqu'à la production

INTERCON S.R.L. (Italie)

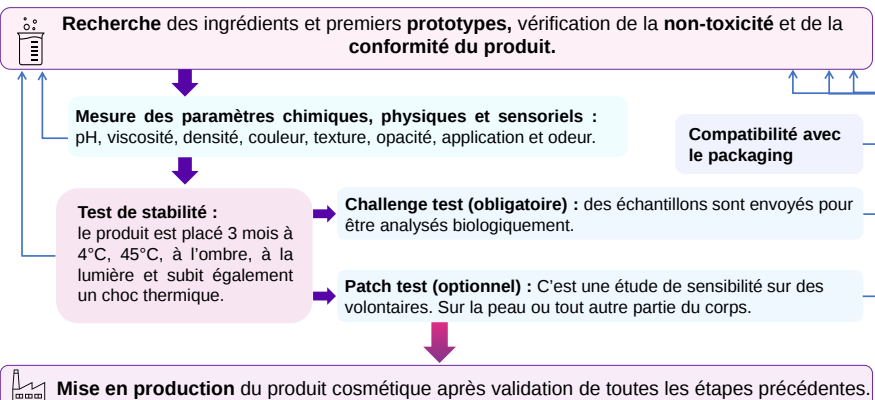


OBJECTIFS

- **Rechercher les ingrédients** à utiliser pour formuler un produit cosmétique : base, actifs, colorants, conservateurs et ajusteurs de pH auprès des fournisseurs tout en prenant en compte les **attentes des clients** (origine des produits, sensorialité, prix de la formule...).
- Savoir **faire des compromis** entre le **prix des ingrédients** et **l'efficacité/sensorialité**.
- **Adapter** la formulation en fonction du **packaging** souhaité ou inversement.
- Etudier la **stabilité** d'un produit cosmétique et rédiger les fiches de suivis.
- Rédiger le **protocole de production** à plus grande échelle.



MÉTHODOLOGIE



COMPÉTENCES DÉVELOPPÉES

- **Communiquer** en anglais/italien dans un cadre professionnel.
- Travailler dans le laboratoire d'une entreprise en collaboration avec **plusieurs départements**.
- Rechercher des ingrédients et prendre en compte **les aspects financiers et environnementaux**.
- **Formuler** des produits cosmétiques, et réaliser des **études de stabilité**.
- Avoir une vision globale du développement de plusieurs produits utilisés au quotidien.

Fonctionnalisation de polymères piézoélectriques

ARKEMA - PIEZOTECH



OBJECTIFS

Contexte

Piézoélectrique : Génère un champ électrique sous l'effet d'une contrainte physique et vice-versa

Les polymères piézoélectriques sont des matériaux **innovants** à **hautes performances**, remarquables pour leur **flexibilité**, leur **légèreté** et leur capacité à être **imprimés**.

Applications :

- ❖ Piano imprimé (voir image)
- ❖ Reconnaissance d'empreintes digitales
- ❖ Enceinte imprimée
- ❖ Coussin capteur de fréquence cardiaque
- ❖ Cathéter pilotable
- ❖ Stockage de données imprimé
- Et bien d'autres !



Missions

1) Déshydrochloration

- ❖ **Optimiser les conditions opératoires** pour introduire précisément une nouvelle fonction connue pour améliorer les propriétés diélectriques des polymères

2) Fonctionnalisation

- ❖ Proposer des molécules innovantes apportant de **nouvelles fonctionnalités** afin d'**améliorer les propriétés** diélectriques et mécaniques des polymères

3) Influence du procédé

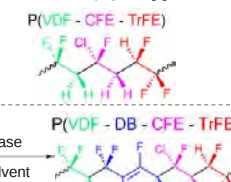
- ❖ Identifier l'influence des paramètres procédés sur des copolymères et terpolymères et leurs propriétés



MÉTHODOLOGIE

Synthèse

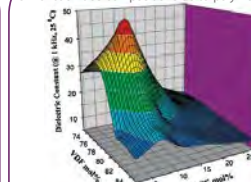
Réaction de déshydrochloration d'un terpolymère [1]



- ❖ Formation de **double-liaisons**
- ❖ Amélioration des **propriétés diélectriques** à température ambiante

Traitement de données

Permittivité diélectrique (ϵ') à 25°C et 1kHz en fonction des compositions de terpolymères [2]



- ❖ **Vérification** du modèle
- ❖ **Optimisation** de la réaction
- ❖ Définition d'un **protocole adapté** selon l'objectif
- ❖ **Automatisation** de l'optimisation

Caractérisations

Courbe de polarisation d'un copolymère



- Chimiques :**
- ❖ RMN
 - ❖ IR
 - ❖ DSC
- Diélectriques :**
- ❖ Polarisation
 - ❖ Spectroscopies diélectriques
- Mécaniques :**
- ❖ DMA
 - ❖ Traction

[1] : Florian Le Goupil, Konstantinos Kallitsis, Sylvie Tencé-Girault, Cyril Brochon, Eric Cloutet, et al. Double-Bond-induced Morphotropic Phase Boundary leads to Enhanced Electrocaloric Effect in VDF-Based Polymer Flexible Devices. ACS Applied Energy Materials. 2023, 6 (24), pp.12172-12179.

[2] : Lu Y, Claude J, Neese B, Zhang Q, Wang Q. A modular approach to ferroelectric polymers with chemically tunable curie temperatures and dielectric constants. J. Am. Chem. Soc. 2006, 128:6120-1.



COMPÉTENCES DÉVELOPPÉES

Hard Skills

- ❖ Caractérisations mécaniques de polymères
- ❖ Caractérisations diélectriques : mesures d'hystérésis, de permittivité diélectrique
- ❖ Traitement Excel approfondi et utilisation de Macros
- ❖ Manipulations, mise en forme et traitements sur des polymères

Soft Skills

- ❖ Autonomie et prise d'initiatives
- ❖ Planification et organisation entre plusieurs services
- ❖ Adaptation dans un contexte industriel
- ❖ Appropriation et achèvement de travaux existants
- ❖ Conjuguer créativité et connaissances pour proposer de nouvelles molécules d'intérêt



OBJECTIFS

Héritage, PME manufacturière de produits d'entretien des pôles Lavage, Ménage et Droguerie. 8 marques authentiques : Baranne, Bonux, Décap'Four, Minidou, Miror, O'Cedar, Vigor et Terra qui répondent au mantra de l'entreprise : « prendre soin de ses biens pour une consommation plus durable ».

L'équipe R&D – Qualité – Réglementaire s'inscrit dans une équipe Développement Produits composée des services Achats et Marketing.

Les missions de ce stage de fin d'étude se divisent sur les 3 aspects du métier.

R&D :

- Développement produits détergents, amélioration formule et accompagnement des laboratoires de formulation
- Evaluation technique des formules (performance, innocuité, microbiologie, validations des revendications marketing)
- Veille technologique (identification nouvelles matières premières, packaging...)

Qualité :

- Participation à la résolution des non conformités qualité
- Suivi des réclamations consommateurs
- Supports aux services Achats/Marketing/Commerce

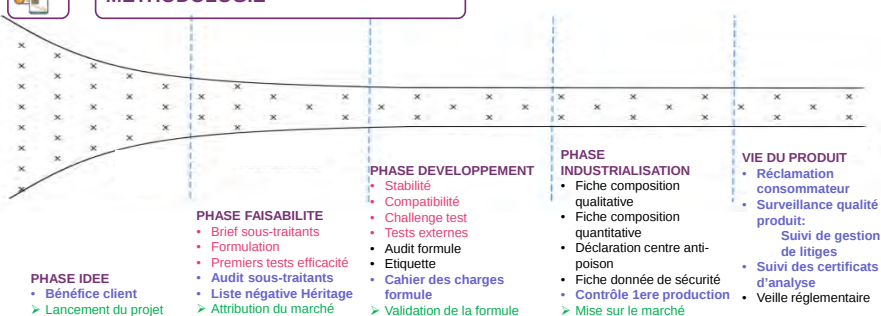
Réglementaire :

- Validation des étiquettes produit et documents de communication
- Aide à la constitution des dossiers pour audits réglementaires



MÉTHODOLOGIE

Actions : R&D Qualité Réglementaire



COMPÉTENCES DEVELOPPÉES

Compétences techniques

Gestion de projets
Création de briefs produits
Familiarisation avec les matières premières
détergentes & cosmétiques
Création et suivi de rétroplannings

Analyse de rapports techniques
Contrôle qualité
Veille (innovations, détergentes & cosmétiques matières premières & réglementaire)

Compétences comportementales

Agilité
Adaptation
Rigueur
Communication
Prise de recul & regard critique



Les Laboratoires Prod'Hyg sont des fournisseurs d'ingrédients cosmétiques naturels depuis plus de 70 ans. Ils cherchent à affiner leur offre et moderniser leur site internet afin d'être plus attractifs et mieux compris par leurs clients.



OBJECTIFS

- ✓ Maintenir à jour la documentation marketing scientifique (fiches marketing, catalogues, leaflets) : analyse des fiches techniques, fiches de données sécurité, dossiers produits, demandes clients et de la veille.
- ✓ Communiquer sur les ingrédients : création de newsletters, posts LinkedIn, actualités de l'entreprise sur son site internet.
- ✓ Mettre à jour le site internet et gérer son projet de refonte ; écrire le cahier des charges
- ✓ Préparer les salons professionnels internationaux (In-Cosmetics Amsterdam, CosmoPet, Cosmetic 360)



MÉTHODOLOGIE

- 🕒 Veille concurrentielle sur les ingrédients et les tendances en France et à l'étranger,
- 🕒 Recherches bibliographiques,
- 🕒 Gestion des ingrédients sur la base UL Prospector,
- 🕒 Création de visuels via Canva et le Pack Adobe (Adobe Illustrator, Photoshop, InDesign),
- 🕒 Création de films de présentation (Filmora).

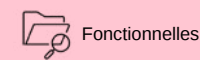


COMPÉTENCES DEVELOPPÉES



Techniques

- 🕒 Maîtrise des outils informatiques
- 🕒 Gestion de site internet
- 🕒 Vulgarisation scientifique
- 🕒 Analyse de statistiques



Fonctionnelles

- 🕒 Analyse de marché
- 🕒 Gestion de projet
- 🕒 Elaboration d'un cahier des charges
- 🕒 Valorisation de produits
- 🕒 Marketing digital



Soft skills

- 🕒 Autonomie
- 🕒 Sens de l'organisation
- 🕒 Créativité
- 🕒 Rigueur
- 🕒 Gestion du stress



OBJECTIFS

1

To synthesize free protein and protein-polysaccharide Pickering particles from food-based plant and animal sources through diverse synthesis methods.

2

To explore the particles' structural and emulsifying properties.

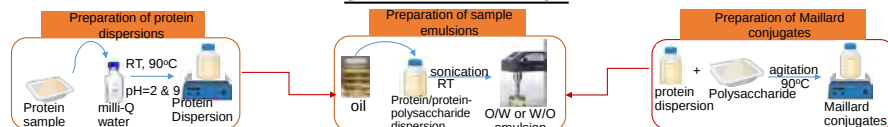
3

To study the effect of different ingredients and environmental conditions implemented for the particles formulation.

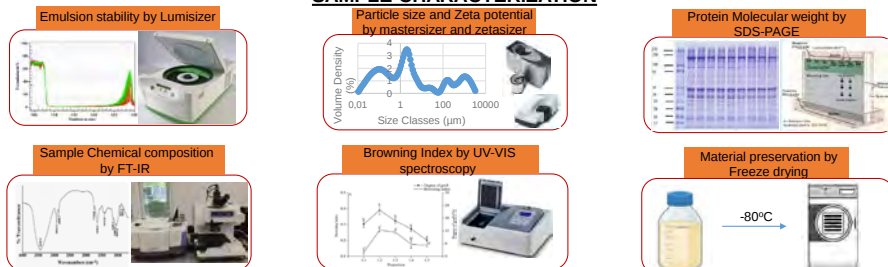


MÉTHODOLOGIE

SAMPLE PREPARATION



SAMPLE CHARACTERIZATION



COMPÉTENCES DEVELOPPÉES

Green Chemistry skills

Ability to utilize renewable materials with little or no toxicity, for the production of Pickering particles specifically food proteins, carbohydrate and milli-Q water.

Experimental Design skills

Ability to create and modify experimental protocols based on the knowledge and assessment of the materials' physicochemical properties.

Physicochemical operation skills

Capable of performing experiment with the implementation of mainly physical reaction model.

Analytical skills

Proficient in using diverse analytical instruments like mastersizer, zetasizer and DLS, and Lumizer to analyze materials' particle sizes, zeta potential and emulsion stability.

Data analysis and Assessment skills

Ability to collect, organize and interpret an analysed sample data from the database of analytical instrument. Ability to also use the interpreted data to access the impact of the experimental protocol on the products.

Material Assessment skill

Developed competence in assessing a material's behaviour during reaction.



OBJECTIFS

Principe d'un électrolyseur microbien hybride:

A l'anode, de la matière organique est oxydée par des microorganismes, ce qui permet la réduction d'un intermédiaire redox et donc la génération d'un courant. Ce courant est ensuite réutilisé dans une autre cellule électrolytique pour re-oxyder le médiateur redox ce qui permet la production d'hydrogène.

Objectifs du projet:

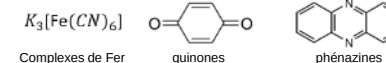
- Recherche et caractérisation d'une molécule jouant le rôle de médiateur redox
- Couplage de la bioanode avec la demie batterie redox et optimisation du procédé



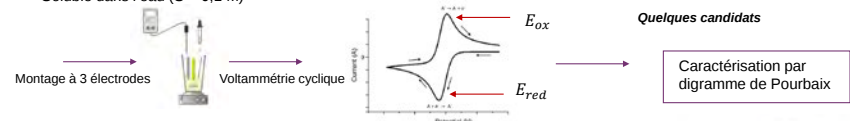
MÉTHODOLOGIE

Recherche d'un médiateur redox avec les caractéristiques suivantes:

- Electro actif à pH neutre
- Potentiel d'équilibre E_{eq} proche de 0 V (vs SHE)
- Soluble dans l'eau ($S > 0,1$ M)



Quelques candidats

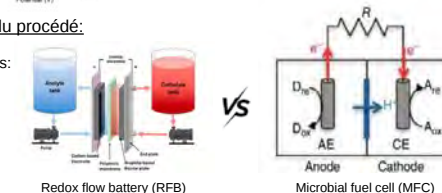


Caractérisation par diagramme de Pourbaix

Couplage bioanode / demie batterie et optimisation du procédé:

Comparaison des performances de deux design de réacteurs:

- Mesure de densité surfacique de courant
- Mesure de DCO pour la bioanode
- Temps de conversion de l'espèce cathodique
- Courbes de puissance



COMPÉTENCES DEVELOPPÉES

- ➔ Recherche bibliographique
- ➔ Sensibilisation au risque biologique et chimique
- ➔ Manipulation biologique

- ➔ Caractérisation électrochimique
- ➔ Caractérisation biologique
- ➔ Optimisation de procédé

SEPPIC, filiale santé du groupe Air Liquide, est une entreprise qui **développe, fabrique et commercialise des ingrédients** utilisés dans la composition de produits cosmétiques, pharmaceutiques, nutraceutiques, vétérinaires et industriels.



OBJECTIFS

L'utilisation d'**hélium** comme **gaz vecteur** en chromatographie phase gaz (GC) présente aujourd'hui de nombreux **inconvénients** tels que des problèmes d'approvisionnement (pénurie) induisant une augmentation des prix (multiplié par 2,6 sur ces 7 dernières années) et un stockage contraignant. De nombreux laboratoires commencent alors à se tourner vers l'**hydrogène** comme alternative en tant que gaz vecteur. Ce gaz conduirait à une **meilleure séparation** des composés et un **temps d'analyse plus court** par rapport à l'hélium.

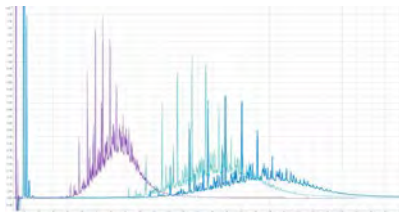
Au sein de l'**Unité de Chimie Analytique (UCA)**, mon but est d'étudier le **transfert de gaz vecteur hélium vers hydrogène** sur plusieurs méthodes d'analyses GC-FID parmi les plus utilisées à l'UCA et au Laboratoire de Contrôle Qualité (LCQ).

Ce projet de fin d'études a pour objectif de donner une vision globale de **ce que peut apporter l'hydrogène** en tant que gaz vecteur et d'**évaluer ses potentiels avantages** par rapport à l'hélium.



MÉTHODOLOGIE

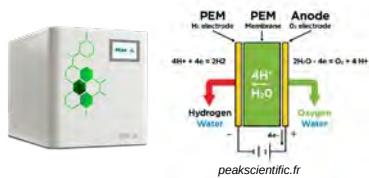
1. **Création et optimisation** d'une méthode GC utilisant l'hydrogène comme gaz vecteur
2. **Analyses comparatives** : des échantillons sont analysés en parallèle en hélium et hydrogène
3. **Vérification** du transfert de méthode : %Recouvrement, %CV répétabilité



Analyse d'un mélange d'alcane

L'hydrogène utilisé est produit grâce à un **générateur par électrolyse de l'eau** en utilisant une membrane échangeuse de protons.

Cette alternative aux bouteilles de gaz permet une **production d'hydrogène à la demande**, une **pureté élevée et constante** ainsi qu'une **réduction d'empreinte carbone**.



Superposition de trois chromatogrammes :
Hélium (30m x 0.32mm, 0.5µm)
Hydrogène (30m x 0.25mm, 0.50µm)
Hydrogène (30m x 0.25mm, 0.25µm)



COMPÉTENCES DÉVELOPPÉES

- ♦ Gestion de projet
- ♦ Autonomie
- ♦ Traitement de données
- ♦ Connaissances approfondies sur l'utilisation d'un GC-FID
- ♦ Maîtrise du logiciel OpenLab
- ♦ Développement de méthodes d'acquisition GC en utilisant l'hydrogène comme gaz vecteur

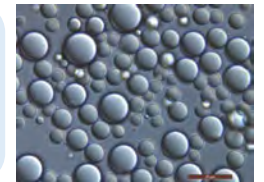
Calyxia est une **PME deeptech innovante** fondée en 2015, issue de l'ESPCI Paris PSL et de l'Université de Harvard. Grâce à sa technologie propriétaire issue de 25 ans de recherche en science des colloïdes, Calyxia propose à l'industrie des solutions d'**encapsulation avancées**, qui permettent de remplacer les microplastiques tout en améliorant la **sécurité, l'efficacité** et la **durabilité** des produits du quotidien. L'entreprise développe aujourd'hui des **microcapsules** de nouvelle génération, à la fois **performantes** et **biodégradables**, sans utiliser de substances dangereuses, dans divers secteurs, tels que l'**agriculture**, le **soin de la maison** et de la **personne** et les **matériaux avancés**.



OBJECTIFS

Dans le secteur de la **détergence**, les capsules de parfum doivent **libérer** leur contenu de manière **contrôlée, efficace et prolongée**, sans compromettre la **stabilité** du produit fini. Les **microcapsules performantes** permettent ainsi de : **limiter la toxicité** en réduisant la concentration libre de parfum, **maximiser l'effet sensoriel** en optimisant la libération du parfum à l'usage, et **réduire la perte de parfum** dans le produit pendant le stockage.

Toutefois, la directive européenne impose désormais la **fin de la mise sur le marché des microcapsules non biodégradables** à partir de **2027**, en raison de leur contribution à la pollution aux microplastiques. Ce changement réglementaire pousse les industriels à repenser leurs solutions d'encapsulation en **intégrant des matériaux respectueux de l'environnement**, sans sacrifier la **performance**.



Le stage s'inscrit dans cette dynamique de transition et a pour objectifs :

- L'**étude et comparaison de différents systèmes de microcapsules** issus de brevets existants : **Benchmark concurrentiel**
- La **formulation de microcapsules** à base de polymères potentiellement biodégradables selon différentes technologies,
- L'**optimisation des formulations** en termes de taille, stabilité, encapsulation et compatibilité avec les lessives,
- L'**évaluation des performances techniques, sensorielles** et de la **biodégradabilité**,
- L'**identification de capsules** combinant stabilité, efficacité olfactive et dégradabilité, afin d'orienter le développement de solutions industrialisables.



MÉTHODOLOGIE

1 Benchmark technique et brevets

- Veille concurrentielle et **analyse de brevets** revendiquant la formulation de microcapsules performantes et biodégradables applicable au parfum des lessives et adoucissants
- **Sélection de formulations pertinentes** :
 - **Taux d'encapsulation** optimisé,
 - Fuites de parfums minimisées dans la base adoucissante (stockage) et lors du lavage,
 - Bonne **déposition des microcapsules sur le textile**,
 - Bonne **libération olfactive** : évaluations sensorielles avant et après frottement, dans le temps,
 - **Dégradation** en eaux usées selon les normes : OCDE 301, OCDE 302
- **Recherche de fournisseurs et demandes d'échantillons** ou **commandes de matières premières**

2 Formulations et caractérisations

- **Formulations d'émulsions O/W** contenant le parfum dans la phase huileuse, les monomères en phase aqueuse ou huileuse
- **Techniques de micro-encapsulations** : double émulsion, polymérisation *in situ*, polymérisation interfaciale
- **Polymérisations** : polyuréthanes, polyuréés, polyesters
- **Suivis cinétiques** : FTIR
- **Caractérisation des microcapsules obtenues** : morphologie (microscopie), taille et dispersité (granulométrie), taux d'humidité

3 Analyses

- **GC**
 - Quantification du taux de parfum encapsulé
 - Quantification des fuites de parfum
- **Biodégradabilité** : Campagne de biodégradabilité selon normes
- **Évaluation sensorielle** : Évaluation de la libération du parfum avant et après frottement, à t0 et au cours du temps, après plusieurs jours de stockage



COMPÉTENCES DÉVELOPPÉES

- ✓ Formulation d'**émulsions stables** et optimisation des paramètres de fabrication.
- ✓ Mise en œuvre de différents systèmes de polymères
- ✓ Caractérisation de microcapsules : **granulométrie, microscopie, GC (fuite/taux de charge), tests sensoriels, biodégradabilité**.
- ✓ Analyse de **brevets** et veille technologique en encapsulation parfum.
- ✓ Planification expérimentale, optimisation de formulations, rédaction de rapports techniques.
- ✓ Travail en **environnement R&D** : rigueur, autonomie, esprit critique, communication scientifique.



OBJECTIFS

Intégrée à l'équipe textile de la marque KUIKMA, j'ai conduit un Projet de Fin d'Études orienté sur la validation terrain et l'optimisation des protocoles de test utilisateur dans le cadre du développement de l'offre textile dédiée à la pratique du tennis.

Objectifs principaux :

- Participer à la validation des produits textiles pour la saison Printemps/Été 2026 (SS26).
- Proposer et affiner des protocoles de tests fonctionnels (durabilité, usage, perception...).
- Contribuer à la fiabilisation des prises de décision produit à travers des tests réalisés avec des utilisateurs cibles.
- Participer à des projets transverses (revendications produit, veille technologique, structuration de la cellule test...).



MÉTHODOLOGIE

Identification des besoins :

- Analyse des fiches produit en développement avec les chefs de produit (CDP) et ingénieurs produit (IP).
- Sélection des produits à tester sur la base des priorités de saison.

Déploiement des tests :

- Conception et adaptation de protocoles de tests utilisateurs (usage terrain, essai, longue durée).
- Définition des seuils de validations des tests.
- Recrutement et animation de panels testeurs selon le profil d'usage ciblé.

Analyse & restitution :

- Analyse quantitative et qualitative des résultats (avec notamment l'appui de XLSTAT).
- Rédaction de rapports de tests structurés, diffusés aux équipes projets pour prise de décision (GO/NOGO).
- Capitalisation des données pour alimenter la base de connaissances de la cellule test.



COMPÉTENCES DÉVELOPPÉES

✓ Compétences techniques

- Méthodologie de tests utilisateurs en conditions réelles
- Structuration et optimisation de protocoles de test
- Analyse de données quantitatives et qualitatives (XLSTAT)
- Rédaction de rapports

✓ Compétences en gestion de projet

- Planification et pilotage de projets de validation produits
- Priorisation des actions selon enjeux business et timing

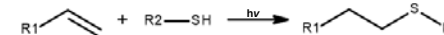
✓ Compétences humaines

- Travail en équipe (Chef de produit, Ingénieur produit...)
- Animation de tests avec des utilisateurs variés
- Communication claire et synthétique des résultats
- Esprit d'initiative, autonomie, capacité à structurer



OBJECTIFS

- Synthétiser une nouvelle molécule soufrée d'intérêt par photochimie avec un rendement optimisé
- Identifier les leviers qui influencent la sélectivité de la réaction
- Adapter les conditions expérimentales à l'industrialisation
- Caractériser les produits obtenus
- Isoler la molécule d'intérêt



MÉTHODOLOGIE

- Optimisation des conditions de réaction à la paillasse, scale-up sur pilote
- Variation de paramètres clés: température, temps de séjour, ratio des réactifs, type de réactifs...
- Analyse par GC, HPLC, RMN et potentiométrie
- Purification par chromatographie sur colonne

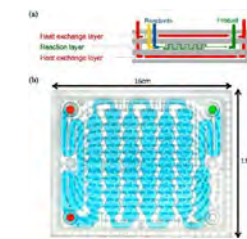
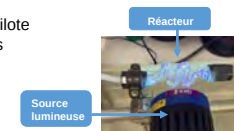
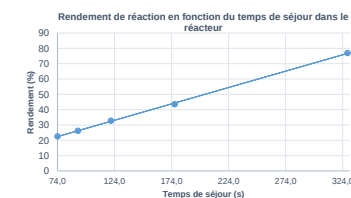


Schéma d'un microréacteur Corning utilisé en photochimie



COMPÉTENCES DÉVELOPPÉES

- Recherches bibliographiques
- Connaissances théoriques et expérimentales en photochimie
- Travail sur pilote à différentes échelles, conditions similaires à l'industrie
- Analyses GC, HPLC, RMN et potentiométrie
- Sensibilisation aux risques HSE et à la manipulation de produits odorants
- Autonomie, prise d'initiative, esprit critique



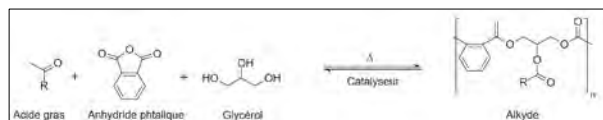
OBJECTIFS

L'objectif principal du projet est de mettre au point un procédé de mise en émulsion de résines alkydes.
Une seconde mission consiste à l'étude d'antioxydants à base de phosphite afin d'améliorer la couleur de la résine et de réduire son jaunissement dans le temps afin d'optimiser ses propriétés.



MÉTHODOLOGIE

Veille bibliographique et technologique



Kobayashi et al. 2015.

Synthèse de résines alkydes longues en huile
(%massique d'huile >60%)

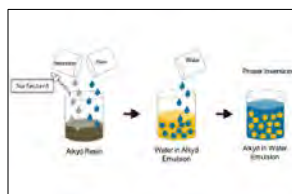
Amélioration de la couleur par utilisation
d'antioxydants secondaires



Byk instruments, 2025

Synthèse de résines alkydes courtes en huile
(%massique d'huile <40%)

Mise au point et optimisation d'un procédé
d'émulsification de résines courtes en huile



Mike Praw, 2023



COMPÉTENCES DEVELOPPÉES

- Veille technologique relative à la chimie de synthèse des résines alkydes et des technologies d'émulsion
- Synthèse organique de résines
- Mise en émulsion des résines et optimisation du procédé d'émulsion
- Caractérisation physico-chimique des résines et émulsions réalisées
- Formulation de peintures à partir de ces résines et leurs caractérisations



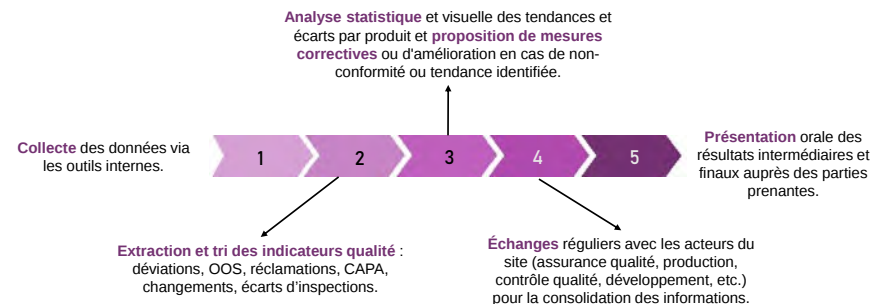
OBJECTIFS

Boehringer Ingelheim est un groupe pharmaceutique international, centré sur la production, la recherche et le développement de médicaments innovants pour la santé humaine et animale. Le site de Toulouse est dédié à la fabrication, la répartition et le conditionnement de produits sous diverses formes : formes sèches et formes pour application topique.

- ➔ Collecter les données et Rédiger des Revues Annuelles Qualité Produit pour les formes topiques.
- ➔ Identifier et Analyser les tendances et proposer des axes d'amélioration.
- ➔ Présenter la revue aux différents acteurs.
- ➔ Développer une compréhension globale du système qualité pharmaceutique.



MÉTHODOLOGIE



COMPÉTENCES DEVELOPPÉES

- Analyse qualité et esprit critique : Identification et analyse de tendances à partir d'indicateurs (OOS, CAPA, etc.).
- Maîtrise des outils qualité : SAP, LIMS, TrackWise, Excel avancé pour l'extraction, le traitement et l'analyse.
- Rédaction réglementée : Rigueur dans la rédaction des RAQP selon les BPF et l'ICH Q10.
- Travail en équipe transverse : Coordination avec AQ, Production, Contrôle Qualité, etc.
- Gestion de projet : Organisation autonome des étapes, respect des délais, priorisation des tâches.
- Culture qualité et réglementaire : Intégration des référentiels BPF, ICH Q10 et des procédures internes.
- Communication technique orale : Présentation des résultats aux parties prenantes du site, échanges interservices.
- Esprit d'initiative : Propositions d'amélioration, réflexion sur les causes racines et actions concrètes.



OBJECTIFS

L'objectif du projet ANR MIC GIVER est d'explorer le potentiel biotechnologique des micromycètes pour la bioremediation *in situ* de 4 groupes de HNS (Hazardous and Noxious Substances) : **Glyphosate, AMPA et Hydrocarbures**. Des études ont mis en évidence le rôle négatif du glyphosate sur l'équilibre des sols, tant en termes de diversité microbienne [1], ainsi que sa persistance importante, sa capacité de bioaccumulation et les risques pour la santé [2]. Ce constat s'inscrit dans un cadre plus large de contamination diffuse et chronique des milieux terrestres par des substances anthropiques. En effet, selon le ministère de la Transition écologique, on recense en France plus de 250 000 sites pollués par des hydrocarbures, issus principalement d'activités agricoles, industrielles ou de stockage.

Mon rôle a été de mettre en place un **modèle expérimental de bioremediation en conditions contrôlées** (stériles et non stériles) sur ces polluants.



MÉTHODOLOGIE

- 1 Recherches bibliographiques et expérimentations tests afin d'établir un modèle en conditions environnementales contrôlées
- 2 Culture et entretien des souches fongiques criblées au préalable, préparation d'une suspension de spores et inoculum.
- 3 Mélange de l'inoculum avec la terre stérilisée et polluée aux HNS.

Expériences réalisées dans deux milieux différents :



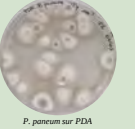
Conditions stériles :
boîte de Petri en verre



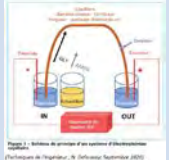
Conditions non stériles :
godets en plastique

- 4 Deux suivis cinétiques afin de déterminer la meilleure souche :

Suivi de croissance des champignons

Dénombrement par approche culturale	Quantification de l'ADN fongique par q-PCR (PCR-quantitative)
Dilution en cascades. Ensemencement sur PDA (Potatose Dextrose Agar). Dénombrement des thalles après 3 jours de croissances.	Extraction de l'ADN fongique du sol. Sélection d'amorces compatibles avec la q-PCR et la diversité des souches utilisées. Mise au point de la gamme étalon à partir de l'ADN d'une souche pure.
	

Suivi de dégradation des HNS

Hydrocarbures	Glyphosate et AMPA
Extraction des hydrocarbures au dichlorométhane par bain ultra-sons. Dosage par étalonnage interne par GC/MS (Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse) des hydrocarbures totaux, des n-alcanes et des hydrocarbures aromatiques polycycliques.	Extraction du glyphosate et de l'AMPA par agitation dans une solution de soude. Dosage par électrophorèse capillaire.
	



COMPÉTENCES DEVELOPPÉES

- Techniques de microbiologie (dénombrement par approche culturale, isolement, entretien des souches, microscopie...).
- Analyses de données (Rstudio) et interprétations de chromatogrammes de GC/MS.
- Utilisation et optimisation de la q-PCR.
- Restitution écrite et communication des résultats expérimentaux.
- Travail en autonomie et prise d'initiative.
- Adaptabilité et ténacité face aux aléas de la recherche.
- Travail en partenariat avec d'autres équipes.
- Mise en place d'un protocole optimisé.

[1] : Tyagi, M., da Fonseca, M.M.R. & de Carvalho, C.C.C.R. Bioaugmentation and biostimulation strategies to improve the effectiveness of bioremediation processes. *Biodegradation* 22, 231-241 (2011).

[2] : Niemann, L., Sieke, C., Pfeil, R. et al. A critical review of glyphosate findings in human urine samples and comparison with the exposure of operators and consumers. *J. Verbr. Lebensm.* 10, 3-12 (2015)



OBJECTIFS

L'Oréal, leader mondial de la cosmétique, oriente sa recherche pour répondre aux enjeux environnementaux actuels, selon les directives L'Oréal for the Futur. L'étude de la stabilité des colorants directs respectueux des normes environnementales dans de nouveaux socles eux aussi plus verts est donc nécessaire, afin de conserver la haute performance des produits capillaires du groupe et continuer de garantir la sécurité du consommateur.

Mon rôle dans ce projet en tant qu'ingénieur R&I est donc d'identifier ces paramètres et d'évaluer leur influence sur la tenue des colorants directs en formule, dans des conditions simulant le vieillissement réel du produit.

➔ L'objectif final est de gagner du temps en ne réalisant plus ce qui est parfaitement maîtrisé : moins de formulation, moins d'analyses. Afin de répondre à cet objectif, la création d'un outil informatique permettrait d'aider et de guider les formulateurs dans leur utilisation des colorants directs, en créant une base de données analytiques et formulatoires. Les données seraient exploitées par ce logiciel pour donner aux formulateurs les conditions optimales et les risques d'utilisation des colorants.

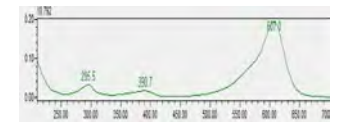


MÉTHODOLOGIE

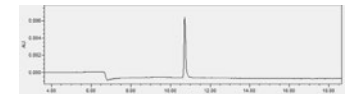
- Études bibliographiques afin d'identifier les paramètres prioritaires impactant la stabilité : pH, température, lumière, réduction, composés présents dans le socle.
- Étude du comportement du colorant d'intérêt seul servant de référence en fonction des différents paramètres.
- Étude du comportement du colorant d'intérêt dans le socle de formulation et écarter les mélanges instables.
- Analyses réalisées par UPLC-UV dans un premier temps pour suivre la concentration et mise en corrélation avec la performance tinctoriale pour compléter les études analytiques.
- Incrémentation d'une base de données vers un modèle de prédictivité digitale.



UPLC-UV



Spectre UV caractéristique d'un colorant bleu



Pic chromatographique de ce même colorant



COMPÉTENCES DEVELOPPÉES

- Autonomie, Organisation
- Prise de décision : compromis
- Curiosité : recherches bibliographiques
- Mise en œuvre de connaissances acquises pendant ma formation à l'ENSIACET
- Premiers pas dans le monde de la R&D en entreprise
- Nouvelles connaissances en chimie analytique, cosmétique et son industrie
- Communication professionnelle et scientifique

C1 - Internal use

Impact des additifs sur la stabilité des émulsions

TotalEnergies



Développement de chromatographie d'exclusion stérique en ligne

AXEL'ONE



OBJECTIFS

La branche OneTech de TotalEnergies a pour objectif de promouvoir des solutions techniques à valeur ajoutée. L'équipe Treatment & Feedstocks Management (TFM) se concentre sur la gestion des fluides et l'amélioration des conditions de production. Durant mon stage, plusieurs études centrées sur l'utilisation de désémulsifiant lors de la production pétrolière ont été menées afin de :

- Réduire les coûts d'exploitation (OPEX)
- Diminuer l'impact environnemental
- Réévaluer les techniques permettant de qualifier un désémulsifiant
- Comprendre et maîtriser les problèmes de slugging dans les risers
- Augmenter la productivité tout en abaissant les émissions de CO₂



MÉTHODOLOGIE



FPSO

SUBSEA

Réévaluation de la méthode des Bottle Tests

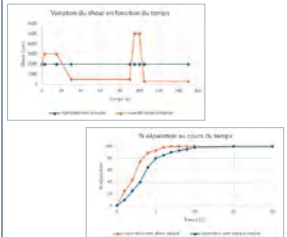
Enjeux:

- Réaliser des Bottle Tests en laboratoire plus représentatifs des opérations.
- Limiter les quantités de désémulsifiant à injecter (réduction des coûts opérationnels).

Approche:

- Déterminer le shear stress du fluide du fond de puits jusqu'à l'entrée du séparateur (modélisation).
- Reproduire ce shear en laboratoire lors de la formation de l'émulsion (expériences).

Résultats:



Sélection de désémulsifiant et optimisation des coûts

Enjeux:

- Réduction des coûts opérationnels en optimisant les dosages (jusqu'à 200 000 €/an par site).
- Compréhension du rôle joué par le désémulsifiant dans les puits.

Approche:

- Evaluer la performance de plusieurs désémulsifiants par Bottle Test associés à une analyse économique.
- Comprendre les phénomènes d'émulsification dans les puits par des analyses de Bottle Tests, de viscosité, de point d'apparition d'eau libre et de test foamer.

Résultats:



Maîtriser les problèmes d'instabilités dans les risers

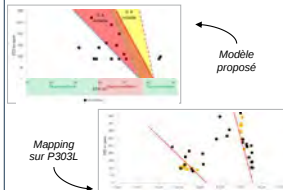
Enjeux:

- Limitation de la fatigue mécanique des risers (diminution des coûts de maintenance).
- Limitation du torchage de gaz (réduction des émissions de Gaz à effet de serre).
- Stabilité de la production (amélioration des performances de production).

Approche:

- Mapping des instabilités dans les risers en fonction des conditions de fonctionnement (débits, injections de produits,...).
- Comparaison de ces résultats avec des tests en laboratoire pour définir des enveloppes opératoires optimales de fonctionnement.

Résultats:



COMPÉTENCES DEVELOPPÉES



- ❖ Esprit d'initiative: Collecte et analyse de données, réflexion critique personnelle et proposition de solutions.
- ❖ Travail d'équipe: Projet sur différents sites pétroliers en collaboration avec le référent géographique de l'équipe TFM et les opérateurs de la filiale.
- ❖ Prise de parole en public: Restitution de résultats à des filiales internationales, participation aux réunions hebdomadaires.
- ❖ Découverte du fonctionnement d'une entreprise internationale.



- ❖ Traitement de données: Analyse et gestion via Excel et PIVision.
- ❖ Anglais: Réunions internationales, compte rendu en anglais.
- ❖ Publication: Rédaction d'un abstract pour une conférence internationale.
- ❖ Gestion multi-projets: Planification, organisation, adaptabilité, priorisation des projets.
- ❖ Caractérisation des fluides pétroliers et de produits chimiques: Bottle Test, tension de surface (IFT), viscosité, test foamer.

Développement de chromatographie d'exclusion stérique en ligne

AXEL'ONE



Contexte

Axel'One ANALYSIS est un Centre d'Excellence en Analyse Industrielle qui accompagne les industriels dans le développement de solutions analytiques en ligne. L'intégration de systèmes d'analyse en temps réel aide à l'optimisation des procédés en chimie, polymères et pharmaceutique. La mise en ligne de la SEC permet un meilleur suivi des réactions de polymérisation et un ajustement optimal des paramètres de synthèse.



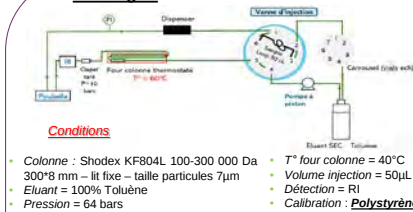
OBJECTIFS

- Mise en ligne d'une analyse SEC pour un suivi en temps réel d'une réaction de polymérisation.
- Optimisation de l'instrumentation pour une transition d'une configuration hors ligne (à usage laboratoire) à une analyse en ligne en mettant en place un système d'échantillonnage adapté.
- Amélioration et adaptation de la méthode analytique pour un respect des contraintes d'une analyse en flux continu.



MÉTHODOLOGIE

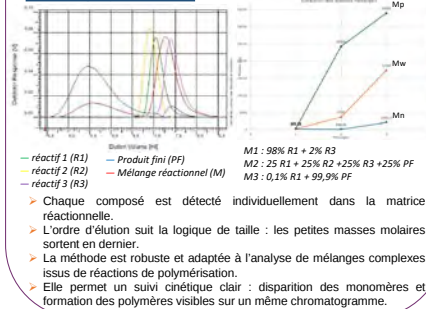
Hors-ligne



Conditions

- Colonne : Shodex KF804L 100-300 000 Da
- 300*8 mm - lit fixe - taille particules 7µm
- Eluant = 100% Toluène
- Pression = 64 bars
- Débit = 1mL/min
- T° four colonne = 40°C
- Volume injection = 50µL
- Détection = RI
- Calibration : Polystyrène

Suivi de polymérisation



Chaque composé est détecté individuellement dans la matrice réactionnelle.

L'ordre d'éluion suit la logique de taille : les petites masses molaires sortent en dernier.

La méthode est robuste et adaptée à l'analyse de mélanges complexes issus de réactions de polymérisation.

Elle permet un suivi cinétique clair : disparition des monomères et formation des polymères visibles sur un même chromatogramme.



COMPÉTENCES DEVELOPPÉES

- Mise en œuvre et optimisation de la SEC.
- Adaptation d'une méthode analytique pour un suivi en ligne.
- Programmation sous Vistachrom pour l'analyse en ligne.
- Calibration et gestion d'un instrument analytique.
- Utilisation d'un échantillonneur automatisé dilueur.
- Analyse et interprétation de chromatogrammes online/offline.
- Résolution de problèmes techniques (RID, pression, injection).
- Travail en environnement industriel multi-acteurs.

En ligne

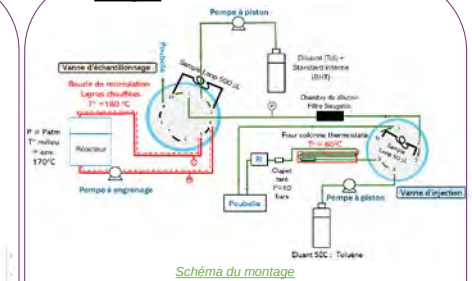


Schéma du montage



Photo du montage en labo

La méthode en ligne est en cours d'optimisation.



Gattefosse est une entreprise familiale française et internationale spécialisée dans le développement et la fabrication d'excipients pharmaceutiques et d'ingrédients cosmétiques.

Pour garantir la qualité et la sécurité de ces excipients, il est essentiel de **qualifier** les équipements de production, les utilités, les systèmes informatisés, ainsi que de **valider** les procédés de fabrication, les procédés de nettoyage et les méthodes analytiques. Cela permet de s'assurer que l'ensemble fonctionne de manière **reproductible, maîtrisée et conforme aux exigences prédéfinies**.



OBJECTIFS

Support aux ingénieurs Qualification/Validation

- ✓ Etablir et rédiger les protocoles, fiches de test et rapports de qualification ou validation selon les exigences de l'IPEC (les BPF applicables)
- ✓ Organiser ou réaliser les campagnes de tests
- ✓ Regrouper et analyser les résultats, traiter les écarts et assurer la conformité des activités

Validation des méthodes analytiques

- ✓ Réaliser une analyse des écarts (*gap analysis*) entre les méthodes internes et les référentiels : ICH, Pharmacopée US et Européenne
- ✓ Effectuer une recherche sur les normes en vigueur pour la validation de méthodes en cosmétique
- ✓ Proposer des solutions d'amélioration

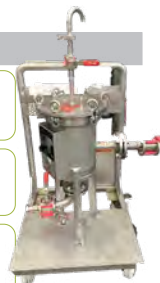
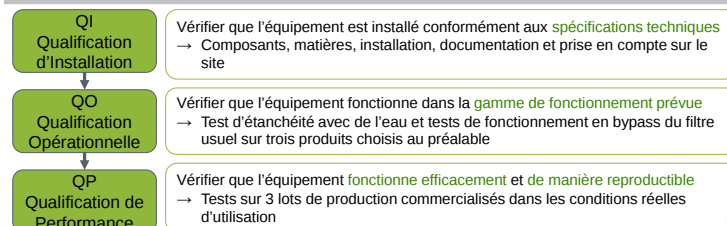


BPF = Bonne Pratique de Fabrication
IPEC = International Pharmaceutical Excipients Council
ICH = International Council for Harmonization of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use



MÉTHODOLOGIE

Exemple d'une qualification d'équipement sur un filtre



Validation des méthodes analytiques

Démontrer qu'une méthode analytique fournit des résultats **fiables, reproductibles et précis** pour le contrôle qualité des produits finis.

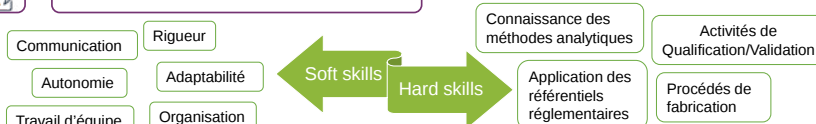
Méthode de la Pharmacopée EU ou US appliquée
Méthode interne validée de manière comparative à la Pharmacopée

Paramètres vérifiés selon la méthode :

spécificité, linéarité, exactitude, répétabilité, reproductibilité, limite de détection (LOD), limite de quantification (LOQ), robustesse



COMPÉTENCES DEVELOPPÉES



OBJECTIFS

Greenta est une entreprise spécialisée dans la performance énergétique du bâtiment, elle accompagne les entreprises du tertiaire, collectivités et copropriétés dans leur transition énergétique, de l'audit énergétique à la mise en œuvre des solutions les plus performantes. Les missions du stage étaient principalement liées aux audits énergétiques et à l'accompagnement des clients vers des solutions plus économiques, performantes et écologiques tout en respectant les réglementations énergétiques. Le stage était aussi dirigé par un projet fil rouge sur l'apprentissage de la Gestion Technique du Bâtiment (systèmes de régulation et automatisation centralisées) : une partie en auto-formation ou via des intervenants externes. Cet apprentissage se concrétise finalement sur des projets réels d'étude GTB.



MÉTHODOLOGIE

- Visite des sites et compréhension des systèmes de CVC (Chauffage, Ventilation, Climatisation)
- Récupération des données sur les systèmes, l'enveloppe du bâtiment, usages, les problèmes et pathologies rencontrés, les travaux déjà réalisés...
- Rédaction d'un Etat des lieux qui servira de support au reste de l'audit et pour les futures interventions sur le site
- Etude des consommations du site
- Recherches des réglementations imposées au site (PLU, décret tertiaires, décret BACS, loi APER, zone ABF ...)
- Modélisation du bâti, des systèmes et des usages sur le logiciel PLEIADES
- Modélisation des améliorations possibles sur le site
- Finalisation des scénarii avec accord du client du rapport et présentation de l'audit



COMPÉTENCES DEVELOPPÉES

- Travail en équipe et communication avec des collaborateurs de toute la France.
- Autonomie
- Rigueur
- Compréhension des systèmes techniques des bâtiments
- Utilisation profonde du logiciel PLEIADES
- Dimensionnement et chiffrage des solutions techniques (isolation/PAC/CTA)
- Analyse technico-économique
- Fonctionnement et réalisation de Gestion technique du Bâtiment (GTB)
- Elaboration d'audits énergétiques



OBJECTIFS

CONTEXTE : Notre mode de vie moderne nécessite une production importante d'énergie afin de répondre à des besoins de plus en plus grands. L'enjeu actuel est de satisfaire cette demande tout en préservant nos ressources naturelles et notre santé. WALVERT, entreprise Belge Wallonne, crée une alternative à la production d'électricité usuelle en utilisant la biométhanisation. À l'aide d'effluents agricoles et de résidus agroalimentaires, une fermentation anaérobie conduit à la production de biogaz et d'un engrais, le digestat. Le biogaz est par la suite valorisé en électricité et en chaleur. Le digestat est utilisé par les agriculteurs pour une fertilisation des sols.

OBJECTIFS : Les objectifs du stage sont de fournir des connaissances dans le secteur de la biométhanisation, aussi bien en termes de procédés, de logistique, d'organisation et des enjeux liés aux installations.

Projets autour des procédés :

- Bilans matières et thermiques
- Optimisation de flux thermique
- Schémas de procédés
- Automatisation

Projets autour des installations :

- Suivi de performance
- Suivi des matières
- Conception d'un outil de suivi automatique

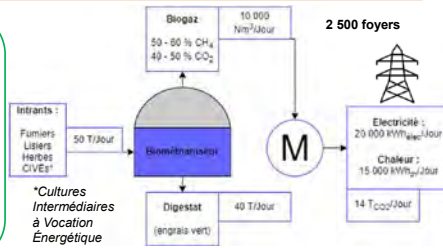


Schéma de procédé simplifié du site de biométhanisation de Mettet



MÉTHODOLOGIE

Pour chaque mission abordée au cours du stage, une approche combinant au mieux l'expérience sur le terrain et le travail en bureau d'études a été mise en place. Celle-ci peut être résumée comme suit :

- Première réflexion sur la problématique, énumération des éléments de procédés en jeu
- Observation sur le terrain, discussions avec les équipes
- Lecture des documents techniques, approfondissement théorique
- Nouvel état des lieux et réflexion sur la problématique et les objectifs
- Expérimentations, mise en place des premières solutions, approche empirique de terrain
- Rapport et conclusion sur le projet

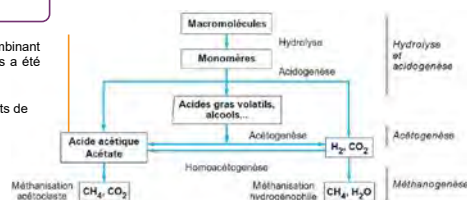


Schéma simplifié des étapes de la digestion anaérobie de la matière organique



COMPÉTENCES DEVELOPPÉES

Compétences techniques (Hard skills)

- Supervision
- Économie circulaire
- Vue du terrain
- Gestion de projet
- Administratif
- Opérations unitaires

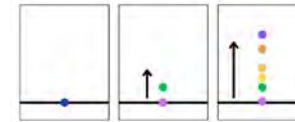
Compétences comportementales (Soft skills)

- Autonomie
- Confiance en soi
- Esprit d'initiative
- Esprit d'équipe
- Esprit critique
- Polyvalence



OBJECTIFS

Ce contrat de professionnalisation a permis de développer une méthode analytique quantitative des profils lipidiques et glycériques d'huiles et de biomasse.



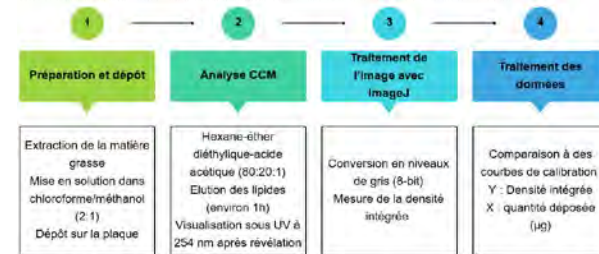
Les acides gras présents dans les huiles se trouvent principalement sous forme de **triglycérides** ou de **phospholipides**. La caractérisation des huiles permet de valoriser les triglycérides qui sont plus **biodisponibles**. Cette caractérisation est essentielle en R&D pour la **sélection des souches**.

Dans une démarche écoresponsable en accord avec la **certification My Green Lab**, Fermentalg privilégie le développement de **méthodes analytiques vertes**. L'analyse proposée ici **limite l'usage de solvants** et repose sur une quantification par **simple prise d'image** pour l'une des méthodes.



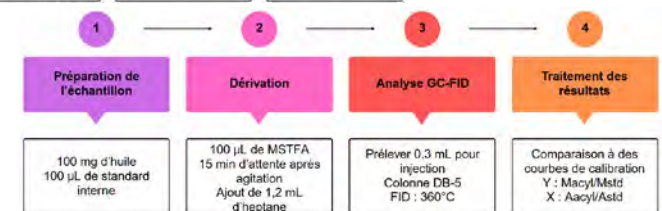
MÉTHODOLOGIE

Deux approches ont été testées au cours de ce projet. La première repose sur la **CCM-densitométrie** (chromatographie sur couche mince couplée à la densitométrie), utilisée pour établir le **profil lipidique** des produits. La seconde approche utilise la **GC-FID** (chromatographie en phase gazeuse couplée à un détecteur à ionisation de flamme), afin de déterminer le **profil glycérique**.



Profil lipidique en CCM-densitométrie

Profil glycérique en GC-FID



COMPÉTENCES DEVELOPPÉES

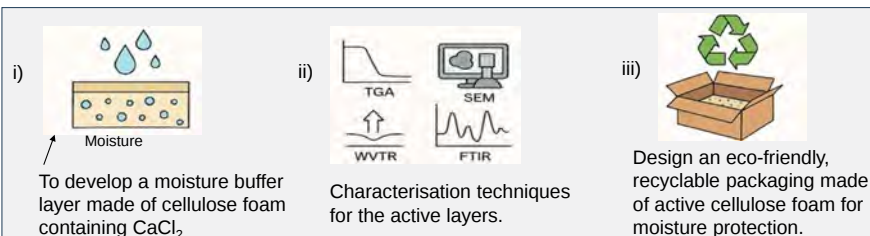
- Développement et optimisation de méthodes analytiques (GC-FID et TLC-densitométrie)
- Rédaction de protocoles expérimentaux
- Respect des procédures de sécurité et des bonnes pratiques de laboratoire
- Gestion de projet
- Analyses sur biomasse et huile pour la caractérisation des lipides
- Développement d'une méthode analytique verte

Active cellulose foam packaging for moisture protection.

Laboratoire de génie des procédés pour la bioraffinerie, les matériaux biosourcés et l'impression fonctionnelle

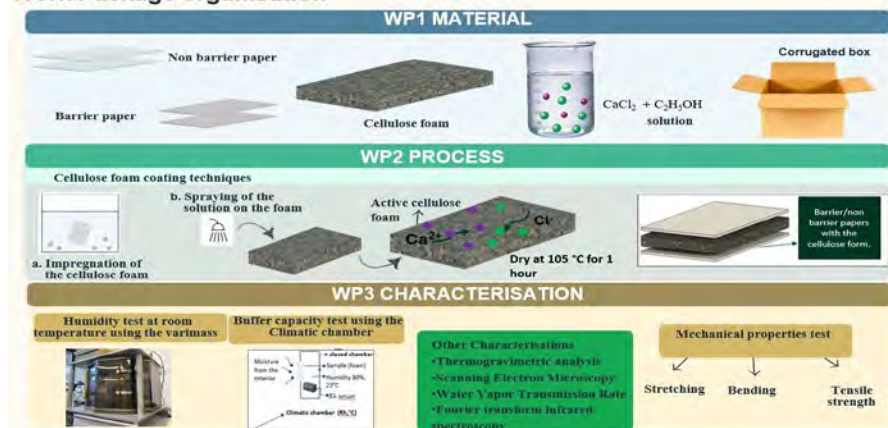


OBJECTIFS



MÉTHODOLOGIE

Work Package organisation



COMPÉTENCES DEVELOPPÉES

- Developed skill in cellulose-based materials chemical and physical interactions with water vapor and effect of desiccant salts in this interactions.
- Utilized TGA, Varimass, Climatic chamber, WVTR, FTIR and SEM for the material characterisation.
- Developed skills in barrier packaging technology and moisture control system and packaging requirements for industrial applications.

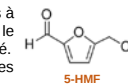
Synthèse d'oligomères dans l'eau appliqués dans l'adhésion du bois

MICHELIN ResiCare

MICHELIN
RESICARE

OBJECTIFS

Contexte : Aujourd'hui, la plupart des résines dans le domaine des adhésifs du bois sont formulées à partir de **formaldéhyde**, un composé pétrosourcé et très toxique d'après l'ECHA. Face à cet enjeu, le développement de **résines plus respectueuses de l'environnement et de la santé** est une priorité. Michelin ResiCare, marque du groupe Michelin, a pour but le développement de résines biosourcées pour de multiples applications telles que l'isolation, le contreplaqué, les courroies...



L'**objectif** de mon stage vise à synthétiser des **oligomères** à base de **5-hydroxyméthylfurfural** (5-HMF) et de diverses **diamines** (chaînes carbonées alkyles, carbonés sp² ou sp³) dans le but d'améliorer des **résines pour le bois**.



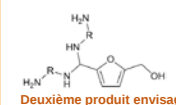
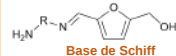
MÉTHODOLOGIE

Étude et optimisation de la synthèse d'oligomères

Ce travail porte sur l'exploration des différentes structures de **diamines** susceptibles de réagir avec le 5-hydroxyméthylfurfural (5-HMF), dans le but d'**optimiser les conditions de synthèse** pour trouver un équilibre entre degré de polymérisation, solubilité du polymère et performance une fois formulé dans l'adhésif. Les oligomères sont synthétisés dans des **conditions douces** (solvant aqueux, monomères à faible toxicité) et caractérisés par **diverses techniques analytiques** (LC, RMN, IR, SEC).



Plusieurs **paramètres influençant le taux conversion** sont étudiés : le ratio 5-HMF/diamine, la température de réaction (entre 20 et 100°C), la quantité de catalyseur utilisé, la structure des diamines et la concentration des monomères.



Différentes structures d'oligomères ont été envisagées, incluant des **bases de Schiff** (produit de réaction d'une diamine avec le 5-HMF suivie d'une condensation) et des produits résultant de l'**addition de deux molécules de diamines** sur le 5-HMF. Afin de déterminer la **vitesse de conversion**, des suivis cinétiques ont été assurés par mesure du **pH** et **spectroscopie RMN**. En RMN, l'évolution du monomère 5-HMF est facilement observable grâce à la disparition progressive du signal de l'aldéhyde. Cette technique permet également d'identifier le produit formé.

Les oligomères obtenus seront par la suite formulés dans des résines qui seront étudiées par des méthodes d'analyse thermique (ATG, DSC) ainsi que par traction d'objets collés.



COMPÉTENCES DEVELOPPÉES



- ✓ Recherches bibliographiques
- ✓ Analyses et caractérisation
- ✓ Analyse de mesure analytique (RMN, pH, DSC)
- ✓ Mise en place de plans d'expérience pour optimisation de la synthèse
- ✓ Prise en main du cahier de laboratoire électronique
- ✓ Application des règles de sécurité
- ✓ Diffusion et mise en forme des résultats
- ✓ Esprit de synthèse
- ✓ Autonomie

INRAE

tbi
Toulouse Biotechnology Institute
Bio & Chemical EngineeringInterreg
Sudoe

OBJECTIFS

Le stage s'inscrit dans le cadre du projet européen **Newpower** de Interreg Sudoe :

- **Valoriser** les déchets **agro-forestières**
- **Diminuer** les risques d'incendies
- **Promouvoir** une production d'énergie ou de produits à haute valeur ajoutée **respectueux de l'environnement**

TBI :

Conversion microbienne de résidus de **genêts** et de **co-produits viticoles** (sarmants de vignes) pour la production d'**éthanol** ou de **polyhydroxycanoates (PHA)**

FERMENTATION



MÉTHODOLOGIE

CARACTERISATION SUCRES FERMENTESCIBLES

Hydrolyse Enzymatique :

- Conversion de la cellulose et hémicellulose présentes dans la biomasse lignocellulosique (genêt et sarmant) en sucres simples (glucose et xylose)

- Permet de **comparer** l'influence du pré-traitement à la soude



Fermentation en bioréacteur :

- Hydrolyse et fermentation **simultanées (SSF)**
- Le sucre libéré est converti en éthanol par fermentation alcoolique

PHASE DE CROISSANCE DE LA BIOMASSE



ACCUMULATION PHA :
phase de Carence/Limitation en N ou P



COMPÉTENCES DEVELOPPÉES

Savoir-faire

- Adaptation
- Autonomie
- Travail pro-actif
- Travail en équipe

Technique

- HPLC/CPG
- Traitement de données
- Bioréacteurs
- Hydrolyse enzymatique
- Extraction de PHA
- Extrusion

AGIR
ASSO ALIMENTAIRE
INNOVATION RECHERCHE

La société CRT AGIR intervient auprès des entreprises pour proposer des solutions innovantes en agro-alimentaire ainsi qu'en cosmétique



OBJECTIFS

Ce projet s'inscrit dans une démarche de remplacement du beurre de cacao qui subit une crise majeure et vise à **comprendre le comportement cristallin du beurre de karité** pour évaluer son utilisabilité dans des matrices alimentaires et cosmétiques en contrôlant son évolution (limitation du phénomène de blanchiment)

- Comprendre et maîtriser la cristallisation du beurre de karité
- Obtenir différentes textures en modulant les procédés de refroidissements
- Formuler des produits à partir du beurre de karité



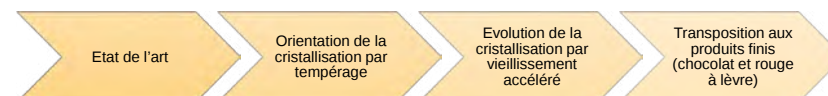
Beurre non blanchi



Beurre blanchi



MÉTHODOLOGIE



Développement de méthodes de tempérage sélectives des formes cristallines β' et β_2
Suivi analytique par DSC, DRX, rhéologie, colorimétrie et texturométrie



COMPÉTENCES DEVELOPPÉES

- Autonomie/prise de décision et polyvalence
- Structuration de plans d'expériences
- Elargissement des compétences à un nouveau domaine
- Vulgarisation de sujets scientifiques auprès d'industriels

Synthèse d'acide adipique biosourcé par catalyse homogène.
Application dans des solvants non-conventionnels.

IFP Energies Nouvelles

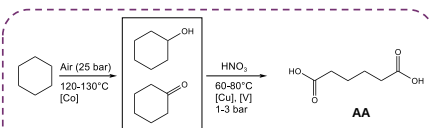


OBJECTIFS

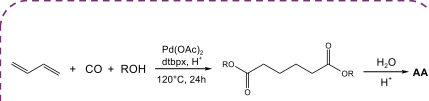
L'acide adipique (AA) est considéré comme l'acide dicarboxylique le plus important du marché. Son application principale concerne la synthèse de polyamides (nylon-6,6). Actuellement, la majorité de l'AA est produite par voie pétrochimique à partir du cyclohexane (**voie 1**). [1]

Le projet se propose de développer une nouvelle voie de synthèse en partant du butadiène (**voie 2**), [2] lequel peut être produit à partir d'éthanol biosourcé (fermentation des sucres). [3] L'ester correspondant de l'AA est ainsi préparé par alcoxy-carbonylation du butadiène en présence de CO et d'un alcool. [4]

Dans ce stage nous avons exploré la mise en œuvre d'un catalyseur homogène à base de Pd dans des solvants non conventionnels, avec l'objectif d'améliorer l'efficacité du système et d'évaluer sa transposition vers un procédé industriel.



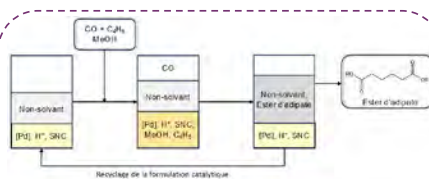
Voie 1 : Synthèse d'AA à partir du cyclohexane



Voie 2 : Synthèse d'AA à partir du buta-1,3-iène



MÉTHODOLOGIE



Représentation schématisée de l'alcoxy-carbonylation du butadiène dans un SNC avec recyclage de la formulation catalytique

Des tests de solubilité relative du catalyseur et des produits de réaction ont été mis en œuvre afin d'identifier la nature du solvant non conventionnel (SNC) permettant d'immobiliser le catalyseur dans ce dernier tout en y limitant la solubilité des produits de réaction (catalyse biphasique liquide/liquide).

La mise en œuvre de la réaction dans des réacteurs sous pression (30bar/120°C) a permis d'évaluer les performances du système (activité/sélectivité) et de conduire une éventuelle étude de recyclabilité de la formulation catalytique.



COMPÉTENCES DEVELOPPÉES

Analyse de la littérature



Optimisation des conditions opératoires et étude de recyclabilité

Mise en œuvre d'un carrousel 12 positions pour tests de solubilité.
→ Analyse GC et RMN pour la détermination du coefficient de partition

Mise en œuvre d'un réacteur sous pression (30 bar/120°C) et screening des SNC pour évaluation des performances catalytiques.

→ Analyse GC, GC/SM et RMN pour identifier les produits de réaction.

- [1] A. Castellan et al., *Catal. Today*, **1991**, 9, 237-254.
[2] J. Yang., *Angew. Chem. Int. Ed.* **2021**, 60, 9527 – 9533.
[3] Patel, A.D. et al., *Energy Environ. Sci.*, **2012**, 5, 8430-8444.
[4] Yang, J. et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2021**, 60, 9527-9533.

Synthèse et études spectroscopiques de ligands peptidiques pour la chélation des ions Cu(II) dans le cadre de la maladie d'Alzheimer.

CNRS, Laboratoire de Chimie de Coordination



Introduction

La maladie d'Alzheimer (MA) est une maladie neurodégénérative provoquant une détérioration progressive des fonctions cognitives, en particulier de la mémoire, menant à une perte d'autonomie, une démence, puis au décès. Bien que le mécanisme biologique ne soit pas encore complètement élucidé, deux phénomènes majeurs sont associés à son développement : la formation de plaques séniles et d'enchevêtrements neurofibrillaires. Les plaques séniles sont principalement constituées du peptide amyloïde bêta (Aβ), issu de la protéine APP, très présente dans le cerveau. L'Aβ a la capacité de se lier à certains ions métalliques comme le cuivre.

Dans le contexte de la MA, cette interaction peut conduire à la formation d'espèces réactives de l'oxygène (ROS), responsables du stress oxydatif, un déséquilibre chimique délétère pour les cellules neuronales.



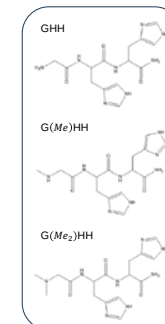
OBJECTIFS

Objectifs

Synthétiser et étudier des ligands peptidiques (P) capables de se fixer au cuivre afin de le retirer des complexes Cu(Aβ). Le but est de limiter ou stopper la production de ROS.

Contexte

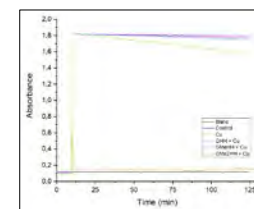
Les peptides **ATCUN** (Amino Terminal Cu(II)- and Ni(II)-binding motifs) sont connus pour capter efficacement le Cu(II) et limiter la production de ROS. Mon stage vise à **étudier l'effet de la méthylation de l'amine terminale sur la coordination du Cu(II)**. Les peptides ATCUN de type GHH ont été choisis pour leur motif reconnu pour son efficacité à stopper la production de ROS.



Série des GHH



MÉTHODOLOGIE



Production de ROS pour les peptides de la série GHH

- **Test d'inhibition de la production de ROS** induite par Cu(II), Cu(Aβ) ou par P, sous différentes conditions (en présence ou non d'Aβ, de Zn(II), avec temps d'incubation...)
- **Compétition entre les peptides et Aβ** (ajout du P sur le complexe Cu(Aβ) déjà formé, pour voir si le P a bien une meilleure affinité pour le cuivre que Aβ)
- **Détermination de la constante d'affinité** du P pour le Cu(II) (utilisation de compétiteurs dont la constante d'affinité pour le Cu(II) est déjà connue)
- **Caractérisation des complexes Cu(II)P** (pKa, géométrie, potentiel redox)



COMPÉTENCES DEVELOPPÉES

Compétences techniques (Hard skills)

- Utilisation de différentes techniques spectroscopiques telles que l'UV-visible, le dichroïsme circulaire, la RPE
- Approfondissement des connaissances en chimie de coordination et sur la maladie d'Alzheimer
- Renforcement des compétences de **manipulation en laboratoire**

Compétences comportementales (Soft skills)

- Travail en **autonomie**, **planification** des manipulations, **rigueur**
- Présentation des résultats et restitution lors de réunion ou présentations, dans un **environnement international** (anglais, communication, capacité de synthèse)
- Vision approfondie de la recherche publique

Development of Chitin Extraction Processes From
Hermetia illucen Larva in Green Chemistry

Laboratoire de Glycochimie et des Agroressources d'Amiens

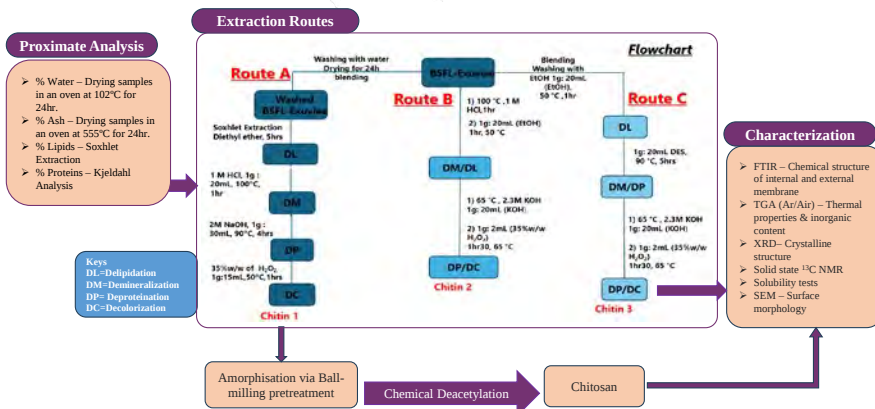


OBJECTIVES

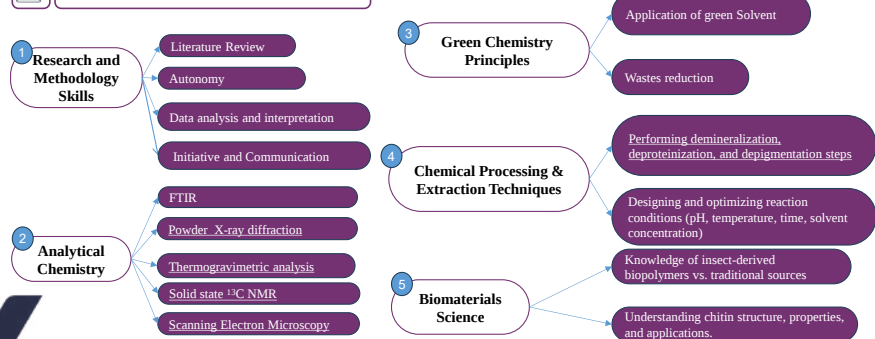
- Implementation of a comparative environmentally friendly extraction methods of chitin from Black soldier fly larva exuviea (BSFL-Ex) based on green chemistry and COSMO regulations.
- Characterization of the extracted chitins in terms of purity, morphology and molecular structure using suitable techniques such as infrared spectroscopy, X-ray diffraction, Kjeldahl analysis, etc.
- Deacetylation of chitin into chitosan under strong alkaline conditions and its characterization using ^{13}C solid state NMR, FTIR spectroscopy and solubility tests.



METHODOLOGY



COMPETENCES DEVELOPED

Éco-extraction, comparaison phytochimique et valorisation de bio-ingrédients issus d'algues brunes Caraïbéennes *Sargassum*

COLLABORATION S.A.S



OBJECTIFS



Crédit photo : France Info Martinique

En Martinique et dans les Caraïbes, un phénomène d'échouage massif de sargasses se produit depuis 2011 [1]. Selon la DEAL (Direction de l'environnement, de l'aménagement et du logement), les sargasses occupent une surface moyenne près des côtes équivalente à 51 hectares, ce qui correspond à des échouages d'environ 20 000 à 40 000 tonnes par an [2]. En se décomposant, elles libèrent un gaz toxique, le sulfure d'hydrogène (H_2S) [2], qui a conduit au fil des années à une crise sanitaire, sociale, environnementale et économique. Actuellement, des campagnes sont organisées pour récolter les sargasses sur les plages et les brûler.

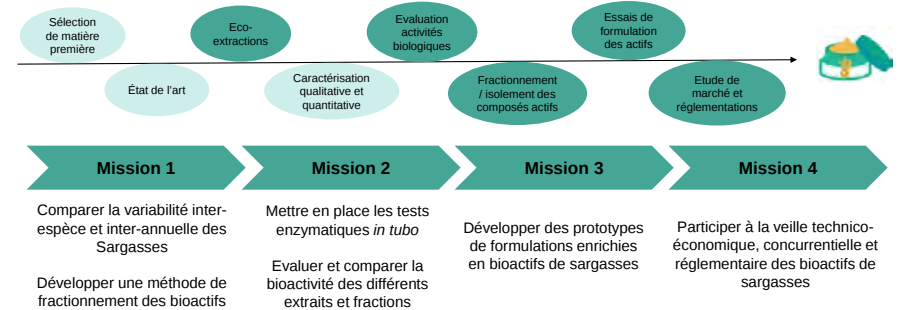
Le projet SARGSCREEN vise à valoriser ces algues invasives en cosméceutiques.

Développement d'un ingrédient actif pour l'industrie cosméceutique.



MÉTHODOLOGIE

Stratégie de développement d'un actif cosméceutique [3]



COMPÉTENCES DEVELOPPÉES

Hard Skills	Soft Skills
- Connaissance des étapes de développement d'un produit de cosméceutique - Phytochimie - Mise en place de tests de formulation - Connaissances biologiques/enzymologiques - Veille technico-économique et concurrentielle - Organisation et suivi de projet	- Esprit scientifique critique - Attitude positive et progressiste - Communication (écrite et orale) - Esprit de synthèse - Esprit de collaboration - Autonomie - Créativité

[1] Gavio, B.; Rincón-Díaz, M. N.; Santos-Martínez, A. MASSIVE QUANTITIES OF PELAGIC Sargassum ON THE SHORES OF SAN ANDRES ISLAND, SOUTHWESTERN CARIBBEAN. *Acta bot. colomb.* 2014, 20 (1), 239-241.
 [2] ANSES. (2017). Expositions aux émanations d'algues sargasses en décomposition aux Antilles et en Guyane. (in French). In French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety.
 [3] Plainfossé, H. Recherche et développement d'ingrédients cosmétiques innovants favorisant la réparation cutanée à partir de matières premières naturelles d'origine méditerranéenne.



OBJECTIVES

- Develop a **semi-specific LCA evaluation method** for the **Production and End-of-life carbon footprints** of fragrance concentrates from an **ingredient clusters approach**.
- Publication** of the method in a scientific review
- Implementation in L'Oréal's eco-design tool (SPOT)** and support to EcoBeautyScore development



METHODOLOGY

- The evaluation of the **fragrance concentrate's impact** involves the following three steps:

1) Modeling

- Update with the most recent data (2023-2025) LCA modeling of **54 fragrance concentrate ingredients**
- Determination of **9 clusters** based on ingredient sourcing and production process:
 - 1) Essential Oils
 - 2) Supercritical CO₂ extraction
 - 3) Essences by expression
 - 4) Absolutes
 - 5) Resinoids
 - 6) Isolated natural ingredients
 - 7) Bio/fossil-based
 - 8) Fossil-based
 - 9) Biotech ingredients

2) Cluster data generation

- Cluster LCA impact data** can be calculated as follows:

From 54 ingredients, 4 belongs to biotechnology cluster

Biotechnology ingredients cluster
Ingredient A
Ingredient B
Ingredient C
Ingredient D

Considering e.g. the climate change impact, calculation of each impact per ingredient (kgCO₂eq/kg ingredient)

Biotechnology ingredients cluster
a kgCO₂eq per kg of A
b kgCO₂eq per kg of B
c kgCO₂eq per kg of C

Cluster impact is defined by the average, median, or 75th percentile of its ingredients' climate change impact.

Biotechnology ingredients cluster
Climate change impact cluster

3) Fragrance concentrate evaluation

If a fragrance concentrate is composed of:

90% of total weight.

Biotechnology ingredients cluster

10% of total weight.

Fossil-based ingredients cluster

Calculation of e.g. their climate change impact and multiplied it by their %w

Biotechnology ingredients cluster impact × 0.90

+ Fossil-based ingredients cluster impact × 0.10

= Fragrance concentrate climate change impact

Test of cluster approach with 20 fragrance concentrates

DEVELOPPED SKILLS

- Better approach of LCA applied to the cosmetic sector
- Modeling skills in SimaPro software
- Interpersonal skills and increased proficiency in French



OBJECTIFS

L'objectif est de réaliser des ACV de produits utilisés dans une synthèse partiellement biosourcée, puis de les comparer à un scénario de référence. Le projet européen PARCOVAL [1] souhaite utiliser du monoxyde de carbone (CO) avec du dihydrogène (H₂) pour de la synthèse organique, l'anhydride succinique a été choisi comme modèle de monomère (Fig.1).

Une des manière de produire est de réduire du dioxyde de carbone (CO₂) grâce à un électrocatalyseur à base de palladium (Pd). Pour essayer de réduire l'impact de la synthèse, le dioxyde de carbone est issu d'une digestion anaérobie et le palladium est issu des insolubles de la dissolution du combustible irradié.

[1] <https://www.parcovall-euratom.eu/>

Objectifs	ACV CO ₂	ACV Pd
Scénario PARCOVAL	CO ₂ biogénique issu d'une digestion anaérobie	Récupération du Pd des déchets nucléaires radioactifs
Scénario de référence	CO ₂ issu d'énergie fossile	Pd vierge issu de différentes mines dans le monde

Tableau des ACV comparatives réalisées au cours du stage

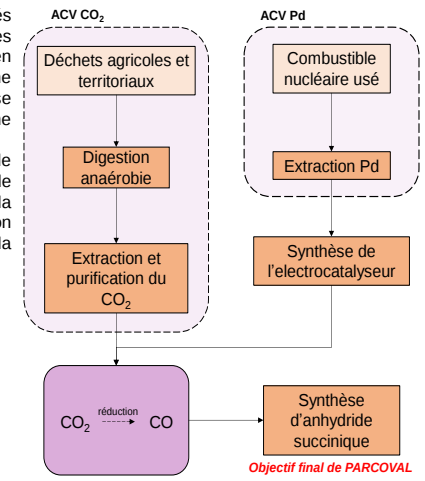


Figure 1 : Schéma récapitulatif du projet PARCOVAL inspiré de [1] (catalyseur géré comme une source scellée et repris par Orano en fin de vie)



MÉTHODOLOGIE

Objectifs et champs de l'étude ICV*	Modélisation	Interprétation
- Comprendre le sujet en menant un état de l'art des études réalisées; - Définir le périmètre de l'étude et les objectifs du projet; - Établir l'ICV à travers une collecte des données; - Chercher les données manquantes dans la littérature et élaborer des hypothèses cohérentes.	- Réaliser le modèle sur SimaPro en sélectionnant les données d'arrière-plan adéquates; - Choix des règles d'attribution et d'allocation; - Réflexion et calcul des flux de carbone biogénique et leurs impacts associés; - Choix d'une méthode d'analyse selon les problèmes (midpoint) et les dommages (endpoint) du projet.	- Interpréter les résultats des différents scénarios; - Analyse des contributions (points chauds); - Comparaison des deux scénarios; - Analyse de sensibilité pour les points chauds choisis selon les résultats.

*ICV = Inventaire du Cycle de Vie



COMPÉTENCES DÉVELOPPÉES

- Gestion de projet
- Maîtrise du logiciel SimaPro (ACV)
- Recherche bibliographique
- Compréhension des procédés
- Collecte des données
- Analyse des résultats
- Restitution des résultats
- Prise en main du logiciel GaBi (ACV)

Vérification d'efficacité du nettoyage d'équipements en fabrication et en conditionnement des parfums

CHANEL Parfums Beauté



Introduction

CHANEL est une entreprise indépendante qui possède trois divisions : Mode, Parfums Beauté et Horlogerie & Joaillerie. L'activité Parfums Beauté se démarque comme pionnière dans le monde du parfum, dès 1921, par la création du N°5 par Gabrielle Chanel. L'usine CHANEL Parfums Beauté de Compiègne regroupe toutes les étapes de fabrication des parfums CHANEL allant de l'assemblage au conditionnement. Cette singularité fait d'elle une des seules Maisons à couvrir toutes les étapes de fabrication.



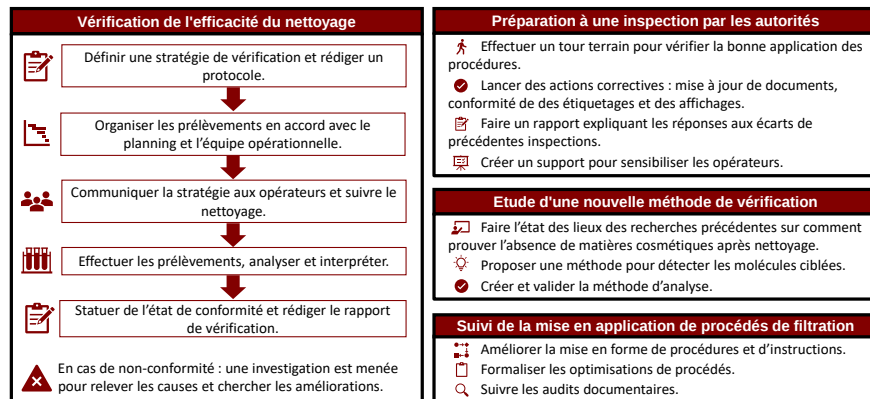
OBJECTIFS

Dans une démarche d'Assurance Qualité :

- **Vérification de l'efficacité du nettoyage** de 3 équipements en fabrication et de 5 lignes de conditionnement.
- **Formalisation** de la vérification de l'efficacité du nettoyage (prélèvement et conclusion des résultats) d'un équipement en fabrication et de 4 lignes de conditionnement.
- Etude d'une nouvelle **méthode de vérification** d'efficacité du nettoyage.
- Préparation à une **inspection par des autorités internationales**.
- **Suivi de la mise en application** de procédés de filtration



MÉTHODOLOGIE



COMPÉTENCES DÉVELOPPÉES

Savoir-être

Rigueur
Esprit d'initiative
Communication entre services
Autonomie
Esprit de synthèse

Savoir-faire

- Application de la démarche Assurance Qualité en entreprise
- Réglementation et Contrôle Qualité appliqués aux parfums
- Investigation suite à des non-conformités (application 5M)
- Rédaction de documents appliqués à la Qualité
- Préparation à une inspection des autorités

Investigation sur la formation d'une impureté au niveau de la production d'un principe actif

Pierre Fabre – Pôle Développement et Industrialisation de procédés Chimiques



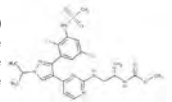
OBJECTIFS

Contexte

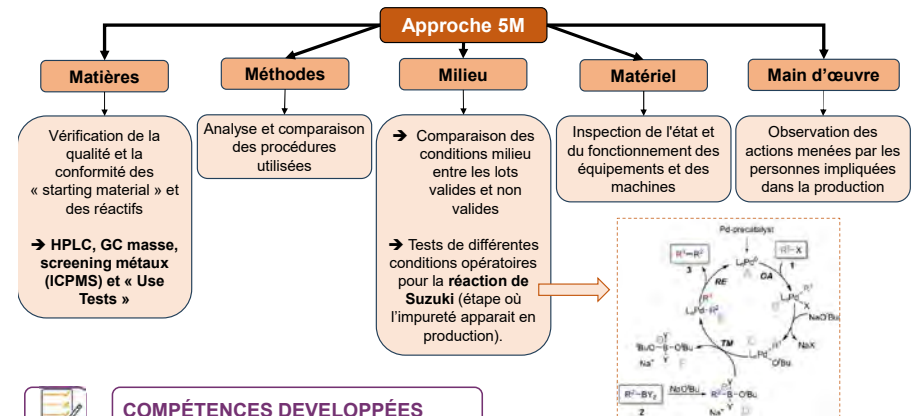
Encorafenib est un **principe actif pharmaceutique** utilisé dans le traitement du cancer de la peau, du cancer colorectal (CRC) et, à terme, dans le traitement du cancer pulmonaire. En 2024, Pierre Fabre lance sa nouvelle campagne de production après obtention de l'AMM. Cependant, une **impureté apparaît dans chacun des lots de production**, bien que les opérations soient similaires à celles des lots de validation. Cette impureté a été caractérisée, mais les conditions opératoires ayant mené à sa formation restent méconnues. À ce jour, la production et la commercialisation des lots impactés par cette problématique sont suspendues jusqu'à ce que les causes racines de la défaillance du procédé soient identifiées.

Objectif

Dans ce contexte, mon stage a pour objectif de **trouver la/les cause(s) racine(s)** qui conduise(nt) à la formation de cette impureté, et par la suite, de **comprendre le mécanisme réactionnel** sous-jacent à sa formation. Cette maîtrise nous permettra à terme, de **contrôler le procédé** et d'intégrer de nouveaux **paramètres critiques**.



MÉTHODOLOGIE



COMPÉTENCES DÉVELOPPÉES

Compétences techniques

- Synthèse en **chimie organique** (réaction de Suzuki, préparation boronique, déprotection d'amine,...)
- **Caractérisation** de molécules (HPLC, GC masse)
- **Esprit critique** (Analyse et comparaison de résultats)

Gestion de projet

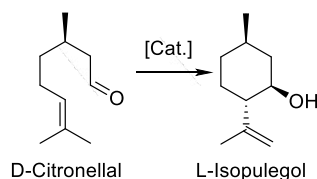
- **Planification et organisation** des expériences
- Adaptabilité
- **Communication** scientifique (bilan, synthèse et présentation)
- Travail en équipe
- Découverte et utilisation de l'approche 5M



OBJECTIVES

Gaining a deeper understanding the catalyst to further optimize the reaction conditions

(-)-Isopulegol is an intermediate used in the production of specific aroma chemicals. It is synthesized through the cyclization of (+)-citronellal. During my internship at BASF central research, I aimed to deepen my understanding of the catalyst by exploring various reaction conditions.



Finding analytic and reaction conditions that isolate the side products

Isolating the side products can be of great use, as it can serve as an analytical reference compound and so allowing its identification and dosage in reaction mixtures. Generally, it helps in the understanding of the whole process.



METHODOLOGY

- ❑ Bibliographical research to assess knowledge before starting
- ❑ Gas chromatography for routine controls of the known species
- ❑ Benchtop NMR for routine analysis
- ❑ High frequency NMR for unknown compounds
- ❑ Working in an inert environment (glove box)



DEVELOPPED SKILLS

- ✓ Autonomy
- ✓ Communication
- ✓ Organisation
- ✓ Decision making
- ✓ Laboratory work
- ✓ Analysis skills
- ✓ Theoretical knowledge

Internal



OBJECTIFS

CONTEXTE

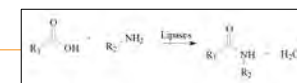
Arkema est un grand groupe chimique français spécialisé dans trois grands pôles : les adhésifs, les matériaux avancés et les solutions de revêtement. Fondé en 2004 lors de la réorganisation de la branche chimique de Total, ce groupe est à présent un acteur des matériaux de spécialité.

Au CRRA, plusieurs business units, dont les tensioactifs de spécialité par exemple.

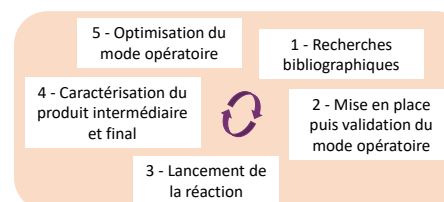
J'ai travaillé au service ISA (Innovative Surfactants and Additives) qui travaille sur la synthèse, la formulation et les différentes applications des tensioactifs. Plusieurs équipes y travaillent : Crop nutrition, Infrastructure, Homecare and industry, Flow insurance, Integrity, et Synthèse, à laquelle j'appartenais.

OBJECTIFS DU STAGE

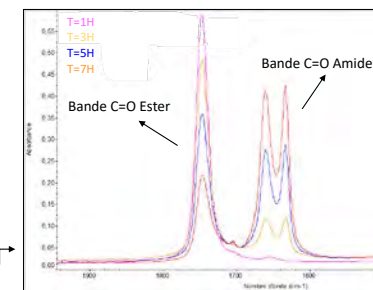
- **Elaborer** des tensioactifs pour Arkema utilisés comme additifs dans de nombreuses formulations afin d'améliorer un ou plusieurs paramètres,
- **Synthétiser** ces tensioactifs, qui sont des amides, à partir d'amines, et d'huile ou d'acide,
- **Exploiter** des enzymes (lipases) pour réaliser la catalyse de ces réactions pour les rendre plus vertes,
- **Comprendre** l'enjeu des enzymes dans l'industrie (économie d'énergie, moins de CO₂),
- **Acquérir et valider** des compétences en synthèse organique,
- **Caractériser** les produits des synthèses.



MÉTHODOLOGIE



Analyse IR de 4 échantillons d'une synthèse à des temps de réaction différents → apparition **bande amide** (1640 cm⁻¹) et disparition **bande huile (ester)** (1740 cm⁻¹)



Analyses infra-rouge d'une synthèse d'amide après 1h, 3h, 5h et 7h de réaction



COMPÉTENCES DEVELOPPÉES

- Travail de groupe
- Autonomie
- Organisation
- Communication professionnelle et scientifique

- Bibliographie
- Analyses IR
- Synthèse organique
- Respect des règles de sécurité

- Restitution des résultats
- Maîtrise du cahier de laboratoire électronique

Optimisation d'un procédé de mise en émulsion de silicone

ArianeGroup



OBJECTIFS

Contexte :

ArianeGroup est une entreprise qui conçoit des matériaux composites pour la fabrication de lanceurs civils et militaires. Au sein du pôle fibres et textures, je travaille sur une émulsion de silicone qui est déposée sur des fibres en vue de leur utilisation dans des applications composites.

Problématiques :

- Difficulté de mise en œuvre du procédé en fonction de la variabilité des matières premières
- Respect de l'exigence de la taille des gouttelettes
- Problème de stabilité dans le temps

OBJECTIF DU STAGE

Optimiser le procédé de mise en émulsion sans modifier la formulation



MÉTHODOLOGIE



COMPÉTENCES DEVELOPPÉES

Personnelles

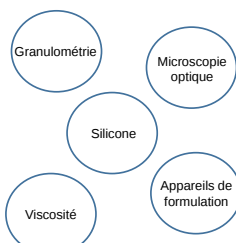
Autonomie : gestion du projet et organisation des manipulations

Communication : réunions fréquentes sur l'avancement du projet et échanges avec des fournisseurs

Esprit de synthèse : rédaction de comptes rendus et synthèse des résultats auprès d'un public divers

Force de proposition : réalisation du plan d'expérience à la suite de recherches bibliographiques

Techniques



Analyse du cycle de vie : Modéliser et attribuer l'impact environnemental d'un recyclage par distillation

SYENSQO



OBJECTIFS

- Intégrer le recyclage par distillation de la Diméthylaminopropylamine (DMAPA) dans l'ACV de divers produits SYENSQO :

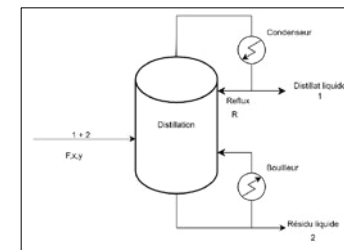
La DMAPA est un intermédiaire essentiel dans la production de nombreux produits chimiques et tensioactifs spécialisés

- Créer un modèle générique adaptable et paramétrable facilement intégrable dans des écoprofiles de produits déjà existants



MÉTHODOLOGIE

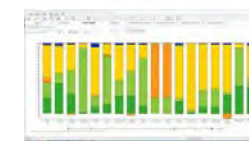
- Bibliographie (DMAPA, distillation, mélange, attribution d'impact environnemental)
- Modéliser le procédé de distillation afin d'estimer la quantité d'énergie nécessaire
- Créer une fiche processus et attribuer l'impact environnemental du recyclage
- Mener une analyse de sensibilité sur les différents paramètres modifiables
- Créer une fiche processus générique et paramétrable directement dans le logiciel SimaPro



COMPÉTENCES DEVELOPPÉES

- Compétences générales en Analyse du cycle de Vie :
 - Utilisation du logiciel SimaPro
 - Attribution d'impact environnemental
 - Réalisation d'écoprofiles
- Compétences en distillation/thermodynamique

SimaPro





OBJECTIFS

Les **membranes céramiques** représentent une **alternative prometteuse** aux membranes polymères pour la production d'eau potable.

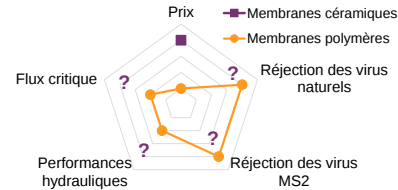
☺ Meilleure résistance chimique, thermique et mécanique

☺ Meilleure résistance au colmatage

☺ Durée de vie plus longue

✖ Coût beaucoup plus élevé

Récemment, le coût des membranes céramiques diminue, ce qui les rend de plus en plus **compétitives** par rapport aux membranes polymères.



➔ Étude à l'échelle pilote de 3 membranes céramiques et comparaison de leurs performances par rapport à une membrane polymère couramment utilisée en eau potable.



MÉTHODOLOGIE

ÉTUDE HYDRAULIQUE

Alternance de cycles filtration/rétrolavage pour un volume filtré total constant.

Résultats : pour chaque flux, détermination du **volume filtré critique**, i.e. la fréquence de rétrolavage qui empêche la formation de colmatage irréversible à la surface de la membrane.

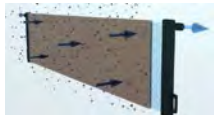
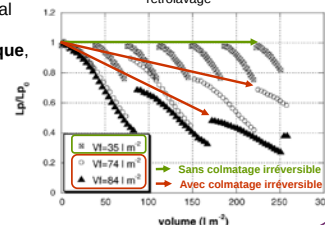


Figure 1 – Evolution du rapport perméabilité/perméabilité initiale pour différentes fréquences de rétrolavage *



RÉJECTION DES PATHOGÈNES

Analyse des capacités de réjection en pathogènes des membranes sur de l'eau de Seine non-prétraitée pour :

- les **virus naturels** : naturellement présents dans la ressource, inoffensifs pour l'Homme
- les virus **bactériophages MS2** : artificiellement rajoutés dans l'eau de Seine

➢ Quantification des virus naturels et des MS2 avant et après filtration : $LRV = -\log\left(\frac{C_{\text{eau filtrée}}}{C_{\text{eau brute}}}\right)$

Résultats : les **log removal value (LRV)** pour les MS2 et les virus naturels pour les membranes étudiées.



COMPÉTENCES DÉVELOPPÉES

- ✓ Maîtrise générale des procédés membranaires, notamment ceux impliqués dans la production d'eau potable
- ✓ Étude à l'échelle pilote : opération, plans d'expériences, planification et réalisation des essais, communication claire et synthétique des résultats
- ✓ Modélisation des phénomènes de colmatage à la surface d'une membrane
- ✓ Autonomie
- ✓ Adaptabilité au monde du travail
- ✓ Capacité à s'intégrer rapidement et efficacement au sein d'une équipe

*Source : BESSIERE, Yolaine, ABIDINE, Nouhad, et BACCHIN, Patrice. Low fouling conditions in dead-end filtration: evidence for a critical filtered volume and interpretation using critical osmotic pressure. *Journal of membrane science*, 2005, vol. 264, no 1-2, p. 37-47.



OBJECTIFS

Ce stage vise à explorer une approche innovante d'encapsulation pour améliorer la protection de bactéries probiotiques. Les objectifs étaient :

- ❖ Développer une nouvelle méthode d'encapsulation pour une souche de probiotiques commercialisée et utilisée dans l'alimentation animale
- ❖ Optimiser la protection du probiotique face aux conditions industrielles
 - Maintenir la viabilité de la souche tout au long de la chaîne logistique malgré les conditions industrielles : chaleur, pression, humidité.
- ❖ Améliorer la stabilité du probiotique dans des aliments pour animaux.
- ❖ Évaluer la faisabilité technique et économique du procédé à l'échelle industrielle : Scale-Up

Processus de granulation par pressage



MÉTHODOLOGIE

- Revue des techniques d'encapsulation existantes
- Sélection des matériaux d'encapsulation
- Fermentation des souches de bactéries probiotiques
- Encapsulation bactérienne après le process downstream
- Test de viabilité bactérienne post encapsulation: (numération CFU/mL)
- Test de stabilité : stockage à différentes températures / humidités



COMPÉTENCES DÉVELOPPÉES

Compétences techniques

- Bases solides en fermentation bactérienne, culture et manipulation de souches sensibles
- Formulation physico-chimique d'une matrice d'encapsulation
- Technique analytique : Cytométrie de Flux, Spectroscopie Uv-Visible, Microscopie à fluorescence, Dosage microbiologique (CFU/mL)
- Maîtrise des paramètres physico-chimique et des interactions à l'interface bactérienne

Gestion de projet

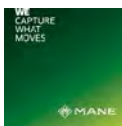
- Planification et suivi d'un projet R&D en collaboration avec des équipes pluridisciplinaires
- Analyse des résultats, identification des axes d'optimisation
- Reporting régulier auprès de la direction R&D et rédaction de livrables scientifiques

Recherche et Développement

- Développement de solutions techniques avec potentiel de valorisation : formulations commercialisables, dépôt de brevet possible

Synthèse de nouvelles molécules odorantes

V. MANE Fils



OBJECTIFS

Ce stage a été réalisé au sein de l'entreprise V. MANE Fils, leader dans le secteur des arômes et parfums, dans le service de Recherche en Chimie Organique (RCO), chargé de fournir des ingrédients à valeur ajoutée pour les parfumeurs et aromaticiens et de développer de nouveaux outils pour la chimie de synthèse.

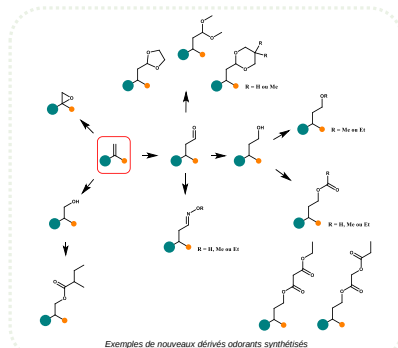
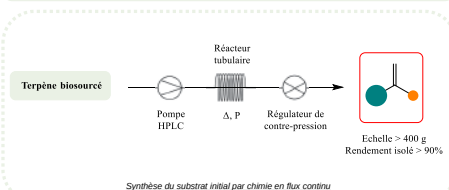
L'objectif principal de ce stage consiste en la synthèse de nouvelles molécules odorantes à partir d'une matière première biosourcée préparée par chimie en flux continu et fonctionnalisée via des transformations stœchiométriques et catalytiques.



MÉTHODOLOGIE

Malgré les centaines de récepteurs olfactifs connus et référencés, aucune relation structure-activité n'existe à ce jour pour corréler l'odeur des composés odorants à leur structure. Ainsi, l'objectif de ce stage consiste à produire un vaste panel de nouveaux dérivés comportant des fonctions chimiques connues pour leurs propriétés olfactives ou présentant une structure proche de composés appréciés pour leur odeur. Chaque molécule synthétisée, non décrite dans la littérature, est alors caractérisée par ses notes olfactives et évaluée vis-à-vis des attentes du marché des arômes et parfums.

Le substrat initial, obtenu par transformation d'un précurseur biosourcé dans des conditions de chimie en flux continu, se caractérise par une oléfine terminale *gem*-disubstituée. Cette fonctionnalité a été exploitée pour obtenir un époxyde, un alcool par hydroboration ou un aldéhyde par hydroformylation. Cet aldéhyde a ensuite permis l'accès à divers dérivés acétals, oxime et éthers d'oxime. Sa réduction conduit à un alcool, précurseur de dérivés éthers et esters.



Les composés synthétisés présentent majoritairement des notes fleuries, boisées, fruitées et vertes. Plusieurs dérivés ont été sélectionnés pour potentiellement devenir des captifs MANE, c'est-à-dire des molécules non décrites dans la littérature pour des applications en parfumerie.



COMPÉTENCES DÉVELOPPÉES

- Recherche bibliographique (Sci-Finder)
- Synthèse organique (montée en échelle, atmosphère inerte, conditions anhydres, réacteur autoclave, chimie en flux continu, réactions stœchiométriques et catalytiques)
- Purification (précipitation, filtration sur silice, distillation, chromatographie flash)
- Caractérisation (RMN ^1H et ^{13}C , IR, MS)
- Connaissances en chimie des parfums
- Respect des règles d'hygiène et de sécurité en laboratoire

Ingénierie en Développement Pharmaceutique/CMC

Provepharm



OBJECTIFS

Le service **CMC** (Chemistry, Manufacturing & Controls) est responsable du **développement**, de la **fabrication** et du **contrôle** des médicaments, de la substance active jusqu'au produit fini, tout en assurant la conformité réglementaire.

Objectif du stage : contribuer au suivi technique de produits pharmaceutiques déjà commercialisés et participer à des projets de développement et d'amélioration, en collaboration avec le laboratoire de développement de la maison mère et les façonniers.



MÉTHODOLOGIE

Support technique qualité et production

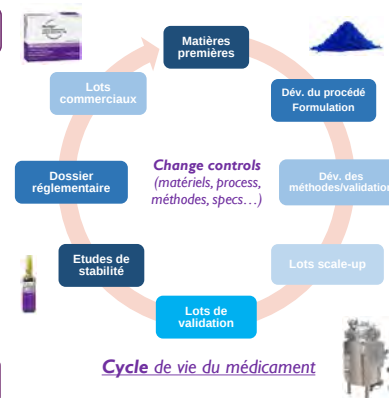
- Investigation des cas de **non-conformités**
- Suivi des lots de production
- Amélioration continue** des procédés, produits et méthodes analytiques : vérification des protocoles, des rapports de validation...
- Suivi des études de **stabilité** (protocoles & rapports)

Support pour des projets de développement

- Suivi des études de **formulation**, de **stabilité** ainsi que le **développement** et validation de méthodes analytiques.
- Suivi de la **fabrication** des lots pilotes ou/et de validation chez les façonniers

Rédaction de dossiers pharmaceutiques

- Rédiger, revoir ou mettre à jour la partie pharmaceutique des **dossiers d'enregistrement** (module 3)
- Réponses aux questions des autorités réglementaires (module 3)



COMPÉTENCES DÉVELOPPÉES

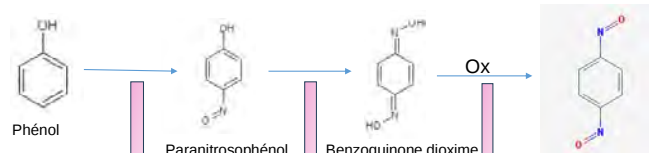
- Procédés de fabrication pharmaceutiques
- Exigences qualité (BPF, ICH...)
- Exigences réglementaires (autorisation de mise sur le marché, variations...)
- Analytique (suivi et validation de méthode)



- Gestion de projet
- Communication (interne et sous-traitant)
- Organisation
- Gestion des délais



OBJECTIFS



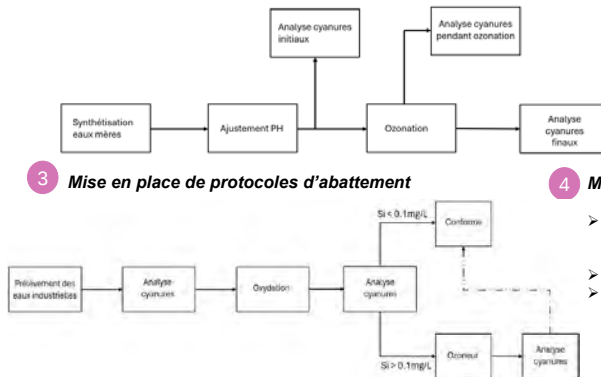
Effluent total
Objectif : $C_{CN} < 0.1 \text{ mg/L} \Rightarrow$ Respect de la norme environnementale



MÉTHODOLOGIE

- 1 Etude bibliographique
- 2 Compréhension d'un point de vue chimique de la formation des cyanures

3 Mise en place de protocoles d'abatement



4 Mise en place à l'échelle industrielle

- Discuter avec le service procédé de la faisabilité industrielle des méthodes optimisées à l'échelle laboratoire.
- Tests industriels des méthodes choisies.
- Validation ou non de la méthode selon les résultats analytiques obtenus



COMPÉTENCES DÉVELOPPÉES

Compétences techniques (Hard skills)

- ✓ Elaboration de réactions dans des réacteurs
- ✓ Connaissance de normes environnementales sur les rejets
- ✓ Gestion et calibrage de débits (Flux continu)
- ✓ Analyse des eaux process (HPLC, DCO)
- ✓ Contrôle qualité de matières premières

Compétences intrinsèques (Soft skills)

- ✓ Autonomie
- ✓ Prise d'initiative
- ✓ Capacité d'adaptation
- ✓ Esprit critique
- ✓ Curiosité
- ✓ Organisation
- ✓ Communication
- ✓ Travail d'équipe

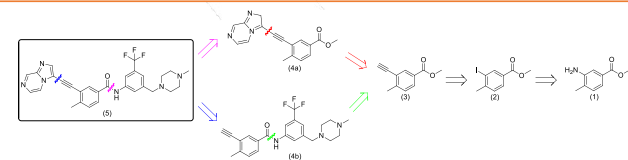


OBJECTIFS

La catalyse au palladium est un pilier de la synthèse pharmaceutique moderne, utilisée dans 32 % des petites molécules approuvées par la FDA entre 2020 et 2024. Or, cette technologie repose sur un métal rare¹, coûteux, non renouvelable, et dont l'approvisionnement est géopolitiquement instable (principalement Russie et Afrique du Sud)². Sa production engendre une forte empreinte environnementale et sa séparation post-réaction est complexe, coûteuse et incompatible avec les principes de la chimie verte. Dans ce contexte, le laboratoire ChimEco, fondé par le Pr. Claude Grison et pionnier de l'**écocatalyse**³, développe une alternative durable : des **écocatalyseurs au palladium (Eco-Pd)**, issus de biomasses végétales recyclées par biosorption, en particulier à partir d'espèces exotiques envahissantes comme *Fallopia japonica*. Ce procédé s'inscrit dans une logique d'économie circulaire, alliant dépollution d'effluents issus de l'industrie pharmaceutique, valorisation de déchets végétaux problématiques et réduction de la dépendance au palladium minier.

Le projet **EcoPalladium**, soutenu par France 2030, vise à appliquer cette technologie à la synthèse du Ponatinib, un inhibiteur de tyrosine kinase utilisé contre certaines leucémies. Dans le cadre de mon stage, les objectifs sont :

- Développer un **écocatalyseur au palladium (Eco-Pd)** à partir des **parties aériennes de *Fallopia japonica*** ;
- L'utiliser dans la **synthèse d'un analogue du Ponatinib** via un **couplage Sonogashira** en optimisant le protocole selon les principes de la chimie verte et durable : sans ligands, sans cuivre, avec des bases et solvants biosourcés et une faible charge en palladium.

Figure 1. Schéma rétro-synthétique de la synthèse d'analogue du Ponatinib⁴

MÉTHODOLOGIE

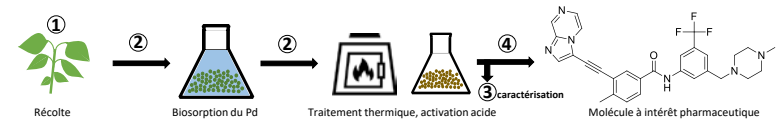


Figure 2. Schéma illustrant le principe de l'écocatalyse : de la plante jusqu'à la molécule pharmaceutique

1. Récolte et préparation de la biomasse

Les parties aériennes de *Fallopia japonica* ont été récoltées, séchées, broyées, puis utilisées comme support biosorbant pour capter le palladium dans des solutions synthétiques contaminées au palladium.

2. Élaboration de l'écocatalyseur (Eco-Pd)

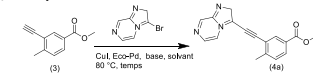
La biomasse enrichie a subi un **traitement thermique** (550 °C) suivi d'une **activation acide** pour former un catalyseur actif.

3. Caractérisation

Les écocatalyseurs ont été analysés par **MP-AES, DRX et XPS** pour déterminer leur composition minérale, leur structure et leur teneur en palladium. Mise en évidence de polychlorure de Pd(II) et Pd(IV).

4. Application en synthèse organique

Les Eco-Pd ont été testés dans un **couplage Sonogashira** clé de la synthèse de l'analogue cible du Ponatinib. L'optimisation a porté sur le **rendement, le respect de la chimie verte et durable**.



COMPÉTENCES DÉVELOPPÉES

- Préparation d'écocatalyseurs : biosorption
- Synthèse organique : réactions de couplage de type Sonogashira, purification par chromatographie liquide, suivi GC/HPLC
- Optimisation de protocoles : selon les principes de la chimie verte
- Techniques de caractérisation structurale (MP-AES, DRX, XPS, IR, RMN)
- Analyse de données expérimentales : exploitation des isothermes, rendements, conversions
- Gestion de projet de recherche : planification expérimentale, organisation du laboratoire
- Travail en environnement pluridisciplinaire : interface chimie-écologie, valorisation de biomasses végétales



(1) La Minéralinfo, La matrice de criticité mise à jour 31 mai 2020 est disponible. <https://www.mineralinfo.fr/fr/actualite/actualite/matrice-de-criticite-mise-a-jour-31-mai-2020-est-disponible-sur-mineralinfo> (accessed May 14, 2025).
 (2) Michalski, T.; Hessel, V.; Wojnicki, M. Production, Recycling and Economy of Palladium: A Critical Review. *Materials* **2024**, *17* (1), 45. <https://doi.org/10.3390/ma17010045>.
 (3) Grison, C.; Grison, C. M., Eds. *Ecocatalysis: A Unique Combination of Global Ecology and Sustainable Chemistry*; Royal Society of Chemistry: Cambridge, 2025. <https://doi.org/10.1039/9781838737239>.
 (4) Wang, Z.; Zhang, Y.; Pirkas, D. M.; et al. Design, Synthesis, and Biological Evaluation of 3-(imidazo[1,2-a]pyrazin-3-ylmethyl)-4-isopropyl-N-(3-((4-methylpiperazin-3-yl)methyl)-5-(trifluoromethyl)phenyl)benzamide as a Dual Inhibitor of Discontin Domain Receptors 1 and 2. *J. Med. Chem.* **2018**, *61* (17), 7977–7990. <https://doi.org/10.1021/acs.jmedchem.8b00345>.



OBJECTIFS

La performance énergétique des bâtiments est devenue un enjeu majeur, portée par des préoccupations environnementales, économiques et réglementaires, et renforcée par un cadre législatif en constante évolution comme le décret tertiaire, la loi APER ou le décret BACS. A titre d'exemple, d'ici 2034, les logements les plus énergivores seront progressivement interdits à la location. Dans ce cadre, Greenta est une entreprise qui propose un accompagnement énergétique sur mesure pour les bâtiments tertiaires et résidentiels selon deux missions pour ce stage :

- Respect de la réglementation énergétique des bâtiments
- Audits et plans de performance énergétique



MÉTHODOLOGIE

Audit énergétique :

- **Visite des sites et compréhension des systèmes de CVC** (Chauffage, Ventilation, Climatisation)
- **Rédaction d'un Etat des lieux** qui servira de support au reste de l'audit et pour les futures interventions sur le site
- **Analyse réglementaire et contextuelle** du site (PLU, décret tertiaires, décret BACS, loi APER, zone ABF ...)
- **Etude des consommations du site**
- **Modélisation** du bâti, des systèmes et des usages sur le logiciel PLEIADES
- **Proposition d'améliorations** possibles sur le site et modélisation
- **Réalisation des scénarii** (groupe d'amélioration) avec accord du client du rapport et présentation de l'audit



COMPÉTENCES DÉVELOPPÉES

Techniques :

- ✓ Audit énergétique
- ✓ Systèmes CVC
- ✓ Réglementation
- ✓ Modélisation PLEIADES
- ✓ Modélisation SOLAREGE

Transversales et relationnelles :

- ✓ Gestion de projet multi-acteurs
- ✓ Communication et vulgarisation de résultats
- ✓ Travail en équipe
- ✓ Conduite de visites techniques





Toulouse INP-ENSIACET

4 allée Emile Monso - CS 44362

31030 Toulouse Cedex 4

+ 33 (0)5 34 32 33 00

<https://www.ensiacet.fr/>



Parrain de la promotion 2025