

PROMOTION 2023
Toulouse INP-ENSIACET



“ Imaginer & Entreprendre
L'excellence technique au service du climat ”

SOMMAIRE

Édito NALDEO	4
Édito TOULOUSE INP-ENSIACET	6
Chimie	8
Matériaux	58
Génie chimique	122
Génie des procédés	192
Génie industriel	248



Édito de **NALDÉO**

POUR LA PROMOTION 2023



Entreprise d'ingénierie et de conseil engagée intégralement sur les enjeux du climat, la mission de Naldeo est de réduire significativement l'empreinte de l'industrie et des territoires sur l'environnement. Nous souhaitons ainsi contribuer pleinement aux orientations ambitieuses fixées par l'Europe avec le plan « fit for 55 » et la taxonomie européenne pour limiter le réchauffement climatique à +1,5°C d'ici 2050. Le groupe Naldeo est présent sur 12 sites en France à travers quatre filiales spécialisées : "Ingénierie et conseil", "Technologies et industrie", "Stratégies publiques" et "Digital for climate".

Nous sommes convaincus que la diminution de l'impact sur le climat viendra d'une meilleure utilisation des ressources en eau, énergie ainsi que de la réduction / valorisation des déchets, associé à une bonne exploitation des données. Nos experts, ingénieurs et consultants accompagnent les industriels et les collectivités à chaque étape du cycle de vie des projets, depuis les audits initiaux, études techniques, jusqu'au contrôle d'exploitation, en étant assistant à maîtrise d'ouvrage ou maître d'œuvre.

Naldeo est une entreprise indépendante à taille humaine : nos collaborateurs opèrent dans des projets d'envergure tout en bénéficiant d'un environnement agile et convivial. Nous aspirons à former en continu des profils multi compétents capables de concevoir, innover, produire et manager au service de la transition environnementale.

Multiplier les expériences est primordial pour y parvenir. C'est pourquoi nous avons à cœur d'intégrer des étudiants de Toulouse INP-ENSIACET, avec qui nous partageons l'ambition "d'excellence technique au service du climat".

Nous savons envisager différents types d'intégration : stage, alternance, CDI ainsi qu'en "Graduate program" qui permet aux jeunes ingénieurs de tester plusieurs services et domaines d'intervention. Ils se familiarisent ainsi avec différents sujets et peuvent mieux orienter leur choix de carrière.

Nous sommes ravis et honorés de parrainer l'ENSIACET cette année qui complète notre participation au sein du conseil de perfectionnement de l'école. Notre présence lors d'interventions, principalement en cours et sur les forums, nous permet d'avoir une relation privilégiée et d'échanger, sur des sujets qui nous passionnent tous, avec les étudiants d'aujourd'hui qui seront les héros écologiques de demain.

Nous avons hâte de vous rencontrer, de découvrir vos personnalités et convictions et serons heureux d'accueillir ceux qui veulent rejoindre nos 250 collaborateurs, qui apportent leur expertise sur plus de 1 000 projets chaque année.

Édito de l'ENSIACET

POUR LA PROMOTION 2023

En cohérence avec l'objectif de neutralité carbone en 2050 inscrit dans la loi énergie-climat en novembre 2019, et dans le « pacte vert » à l'échelle européenne, de nombreuses évolutions se mettent en place - et vont s'accélérer- dans le tissu socio-économique et industriel. Le 30 Mars 2023, le président de la république annonçait le lancement du « Plan Eau » pour une meilleure gestion des ressources en eau. Dans le cadre ce plan, les industries grandes consommatrices d'eau seront sollicitées afin d'atteindre l'objectif d'une réduction de 10 % des prélèvements en eau d'ici 2030. En parallèle à des phases de remédiation pour certaines activités, de nouveaux ateliers voient le jour partout en France et en Europe pour accompagner la souveraineté industrielle.

Les enjeux environnementaux et les sociétaux et les prises de conscience par le grand public des enjeux climatiques poussent les industriels à reconsidérer leurs activités et à viser la sobriété énergétique, la sobriété matière dont celle liée à la consommation d'eau. Ces mutations nécessitent une connaissance et une capacité à mettre en œuvre des nouvelles méthodes, technologies et nouveaux produits. La décarbonation de l'industrie, le remplacement du carbone fossile, le respect des ressources en eau, la durabilité des matériaux, le développement de procédés chimiques innovants, la mise en œuvre des principes de l'ingénierie circulaire au service d'éco-territoires en développement sont autant de domaines où les ingénieurs de l'ENSIACET ont des compétences fortes.

La société Naldeo groupe, parrain de la promotion 2023, accompagne aujourd'hui les collectivités publiques et les entreprises industrielles vers l'excellence technologies, l'exemplarité environnementale et l'autonomie énergétique. Les ingénieurs de la société Naldeo développent des expertises métiers pointues et innovantes dans le domaine de l'eau, de l'environnement, l'énergie, les déchets et les infrastructures.

La formation ingénieur ENSIACET, école spécialiste dans la transformation de la matière et de l'énergie, intègre plus particulièrement les thématiques environnement et énergie.



Ce livret présente les résumés des stages effectués par les élèves de 3ème année de l'école. A travers ces résumés, vous pourrez constater la richesse et la diversité de ces stages durant lesquels les élèves de l'école ont su démontrer leurs compétences techniques et leur adaptabilité professionnelle. De plus, grâce à la formation pluridisciplinaire et intégrée reçue à l'ENSIACET, ces élèves, ingénieurs de demain, sauront s'intégrer dans leur future entreprise, être rapidement opérationnel dans leur nouveau poste, et ainsi répondre aux problématiques auxquelles ils seront confrontés.

Les nouveaux ingénieurs de la promotion 2023 pourront bien entendu s'appuyer sur la formation acquise à l'ENSIACET pour réussir dans leur 1er poste. Ils pourront aussi par la suite s'appuyer sur le réseau des nombreux ingénieurs de l'ENSIACET, réuni au sein de l'Association des Ingénieurs de l'ENSIACET. Plusieurs ingénieurs diplômés de l'ENSIACET occupant différents postes au sein de la société Naldéo illustrent ces trajectoires ; comme Anne Boggione, ingénieur ENSIACET (ENSIGC) promotion 2000, aujourd'hui chef de projet trajectoires et Transitions durables pour l'industrie ou encore David Dacharry, ingénieur Génie des procédés ENSIACET promotion 2007, chargé d'affaires au sein de l'équipe Ingénierie, Conseil et Innovation.

Julien ARDOUVIN
Président de l'AIA7

Laurent PRAT
Directeur de Toulouse
INP-ENSIACET

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**.



COMPÉTENCES

- Analysez et caractérissez les produits d'usage et évaluez leur impact environnemental
- Concevez et élaborerez 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

Chargée mission RSE 

FAIRBRICS – BENOIT ILLY

 **ABDI Yasmine, CH** **GSI / I3D / CONTRAT PRO** 



OBJECTIFS

Fairbrics est une start-up qui a pour mission d'offrir des solutions plus respectueuses de l'environnement en fabricant des tissus synthétiques à partir de CO2. Son premier objectif est l'industrie de la mode.

- En tant que chargée mission RSE, les objectifs sont:
- Evaluer les émissions de la start up à travers un Bilan Carbone®
 - Réaliser une ACV comparative entre un tissu en polyester produit par Fairbrics et un tissu en polyester « Made in China »
 - Définir un plan d'actions afin de réduire les émissions de GES de la start-up
 - Animer et communiquer la démarche RSE en interne et en externe à travers l'organisation d'évènements de sensibilisation, de conférences etc...



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- Réalisation du Bilan Carbone® de l'entreprise (Scope 1, 2 et 3), puis de l'ACV de la technologie Fairbrics comparée ensuite avec une production en Asie;
- Projet implantation énergies renouvelables sur le site de production en Belgique (méthanisation, photovoltaïque et éolien);
- Définition des objectifs 2025 de l'entreprise ainsi que d'un plan d'actions afin de réduire les émissions de GES de la start-up;
- Animation de la démarche RSE: fresque du climat, conférences et sensibilisation aux enjeux climatiques;
- Communication la démarche RSE en interne et en externe: vulgarisation des résultats lors d'évènements nationaux (événement ChangeNow à Paris, LuxePack...), publication mensuelle d'articles sur des sujets environnementaux...



CONCLUSIONS

Réaliser son contrat de professionnalisation dans une start up comme Fairbrics a de nombreux avantages: liberté totale sur les projets menés, impacts de mes résultats visibles dans l'entreprise, développement de plusieurs compétences dans plusieurs domaines, flexibilité des conditions de travail, prise en compte de l'environnement dans les valeurs de l'entreprise sans tomber dans le greenwashing, pluridisciplinarité des compétences acquises en Chimie et en Eco-Ingénierie durant ce stage ...

Optimisation des réactions enzymatiques 

SANOFI – Hugo CHAFFRINGEON

 **ARIENTE Bastien, CH** **CDB, PPQPS, CONTRAT PRO** 



OBJECTIFS

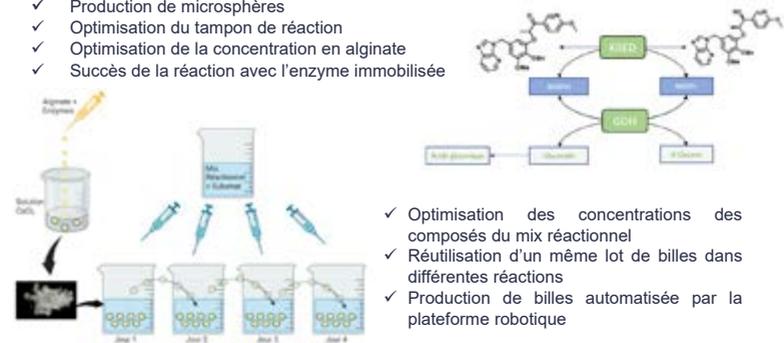
Le monde de la Chimie ne fait pas exception et est amené à verdier ses pratiques. S'affranchir le plus possible de l'usage de solvants organiques et autres catalyseurs chimiques est devenu un leitmotiv. Pour atteindre ces objectifs le recours à la biocatalyse enzymatique s'est rapidement imposé. Les enzymes sont en effet régio et stéréo spécifiques, ce qui permet de limiter les étapes de protection/déprotection. Elles présentent de plus des taux de conversion attractifs lorsqu'elles sont le fruit d'ingénierie moléculaire. Malheureusement, les enzymes sont des catalyseurs onéreux et relativement plus fragiles que leurs confrères chimiques. Une des parades visant à corriger ces points est de les rendre facilement réutilisables pour envisager des cycles de catalyse consécutifs. A cette fin il est possible de les immobiliser dans des billes d'alginate. En présence d'ions Ca²⁺, le polymère naturel issu d'une algue qu'est l'alginate se gélifie pour former une membrane autour de la solution contenant l'enzyme. Cette technique d'immobilisation a pour avantage d'utiliser uniquement des composés bienveillants pour l'environnement à l'instar d'autres techniques beaucoup plus nocives. Cette technique permet d'être plus résistante aux variations de températures et de pH.

Mes principaux objectifs sont tout d'abord de valider la faisabilité technique de cette approche, puis d'optimiser les différents paramètres en jeu afin d'augmenter l'efficacité de cette immobilisation, en ciblant à terme un gain de taux de bioconversion.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- ✓ Production de microsphères
- ✓ Optimisation du tampon de réaction
- ✓ Optimisation de la concentration en alginate
- ✓ Succès de la réaction avec l'enzyme immobilisée



- ✓ Optimisation des concentrations des composés du mix réactionnel
- ✓ Réutilisation d'un même lot de billes dans différentes réactions
- ✓ Production de billes automatisée par la plateforme robotique



CONCLUSIONS

Si l'immobilisation par encapsulation en billes d'alginate peut sembler aisée de prime abord, sa mise en œuvre s'est révélée complexe et exigeante. De nombreuses problématiques ont été mis en évidence (gestion du pH interne des billes, viscosité de l'alginate, modalités de l'encapsulation) et ont nécessité des adaptations de stratégies. Ce travail de longue haleine a permis d'accroître considérablement nos connaissances sur cette technique prometteuse.

Extraction et analyse de polluants organiques dans les eaux usées par GC-MS



Institut des Sciences Analytiques CNRS UMR 5280 – Mme Laure WIEST

ARTHOZOUL Chloé, CH

ECPM / Université de Strasbourg
Master Sciences Analytiques



OBJECTIFS

Le traitement des eaux usées est un challenge environnemental important pour les municipalités. La connaissance en amont des polluants organiques présents dans les réseaux d'eaux usées permet une meilleure anticipation de leur traitement dans les stations d'épuration. Dans ce contexte d'étude, le projet se focalise sur l'utilisation de la chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS) pour analyser ces polluants. Les principaux objectifs sont les suivants :

- L'étude bibliographique des polluants organiques présents dans les eaux usées ;
- Le développement de la méthode d'analyse en GC-MS (choix de la colonne, optimisation du gradient...);
- L'optimisation de la préparation des échantillons : comparaison de l'extraction en phase solide (SPE) et de la micro-extraction liquide-liquide dispersive (DLLME) ;
- La caractérisation d'échantillons d'eaux usées fournis par le laboratoire DEEP de l'INSA Lyon.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

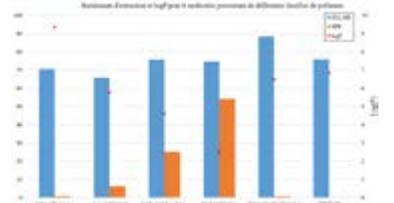
Au cours de ce projet, plusieurs méthodes d'analyse ont été mises au point pour permettre la détection d'une large gamme de polluants organiques présents dans les eaux usées. Dans un premier temps, on s'est intéressé à l'étude des molécules possédant un caractère apolaire (logP > 3) en utilisant une colonne chromatographique de type 5MS. Chaque molécule cible est caractérisée par son temps de rétention et ses 3 fragments principaux (les plus intenses).

1. Optimisation de la préparation d'échantillon

Plusieurs paramètres ont été optimisés :

- La nature et le volume de solvant d'extraction et les paramètres de centrifugation pour la DLLME ;
- La nature de l'éluant et le type de cartouche pour la SPE.

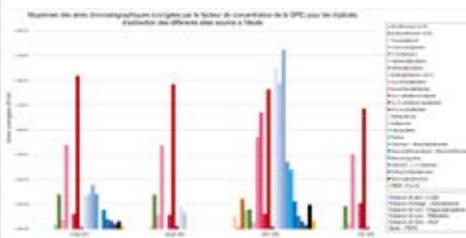
Le graphique ci-dessous met en avant l'efficacité de la DLLME face à la SPE. Les rendements inférieurs à 10% dans le cas de la SPE s'expliquent par le caractère très apolaire des molécules extraites (logP > 5) qui ont donc une affinité trop importante avec la phase et sont retenues dans la cartouche.



2. Analyse des eaux usées

Finalement, lors de l'extraction des échantillons d'eaux usées, on remarque une inversion de la tendance avec de meilleurs résultats pour la méthode SPE (présentés ci-dessous). Ce phénomène s'explique par le fait que la matrice organique très chargée va venir occuper les sites de la phase HLB, permettant une meilleure élution des molécules d'intérêts.

Sur les quatre sites soumis à l'étude, deux sont particulièrement chargés en polluants organiques : CEB et SPV. Ces sites sont situés à proximité d'activités industrielles.



CONCLUSIONS

Expérimentales : Les résultats obtenus mettent en avant l'intérêt de développer la préparation d'échantillon directement sur la matrice d'intérêt. D'autres expérimentations permettront d'expliquer la perte de rendement notable lors de l'utilisation de la DLLME sur les échantillons d'eaux usées. Une deuxième méthode d'analyse sera mise en place pour étudier les molécules volatiles.

Personnelles : Ce stage a été l'occasion pour moi de travailler en autonomie afin de développer mes compétences en préparation d'échantillons environnementaux et d'approfondir mes connaissances sur l'utilisation d'instruments analytiques de pointe (GC-MS).

Etudes de l'expression aromatique fruité des vins rouges



Institut des Sciences de la Vigne et du Vin (ISVV) – LYTRA Georgia

BALLET Lisa, CH

Echange : Universidad de Navarra (Espagne)



OBJECTIFS

Contexte : Dans un contexte de **changement climatique**, l'étude porte plus spécifiquement sur des vins issus de **cépages tardifs**. Ces cépages, qui sont déjà plantés sous des latitudes où le climat est plus chaud et plus sec, pourraient être potentiellement adaptés au **futur climat de Bordeaux**. Cinq vins ont été étudiés, 3 provenant d'Espagne, d'Italie, de Grèce et 2 de France.



→ L'objectif est d'étudier l'**arôme fruité** et la **composition aromatique** des vins rouges grâce à l'analyse sensorielle et aux méthodes analytiques



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Composé	Unité	Concentration
1	mg/L	10
2	mg/L	15
3	mg/L	20
4	mg/L	25
5	mg/L	30
6	mg/L	35
7	mg/L	40
8	mg/L	45
9	mg/L	50
10	mg/L	55
11	mg/L	60
12	mg/L	65
13	mg/L	70
14	mg/L	75
15	mg/L	80
16	mg/L	85
17	mg/L	90
18	mg/L	95
19	mg/L	100

L'**analyse sensorielle** est l'étude des propriétés organoleptiques d'un produit, elle évalue la perception par les sens. Parmi les méthodes d'analyse sensorielle, c'est la méthode "**check all that apply**" (CATA) qui a été utilisée. Pour cela, un questionnaire contenant une liste de descripteurs est distribué à **deux panels : non-entraîné et entraîné sur les descripteurs évalués**. Chaque panéliste doit cocher les descripteurs qui correspondent selon lui à l'échantillon testé.

Analyse GC-MS :

41 molécules aromatiques ont été quantifiées (19 esters, 11 monoterpènes, 6 alcools, et 5 norisoprénoides à 13 carbones)

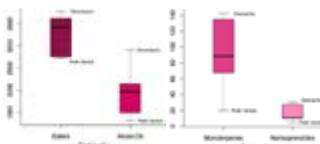


Figure 1 : Moyenne des concentrations totales de chaque famille aromatique pour les différents vins

Analyse sensorielle

L'analyse factorielle des correspondances a permis d'illustrer quels descripteurs décrivent le mieux chaque vin.

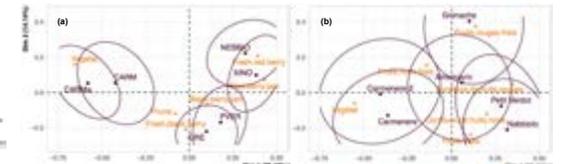


Figure 2 : Graphique de l'analyse factorielle des correspondances (AFC), basé sur les résultats de la CATA du panel non entraîné (a) et entraîné (b)



Corrélation analyse sensorielle - Résultats analytique

Des corrélations entre la présence de composés et certains descripteurs ont pu être montrées. La note **végétale** est corrélée avec les teneurs de l'IBMP, du géraniol, du 4 terpinéol, du terpinolène, de la vitispirane et de la β-damascenone. La note de **fruit rouge frais** est corrélée avec les teneurs du 2-hydroxyhexanoate d'éthyle, du 2 méthylbutanoate d'éthyle et du 2 méthylpropanoate d'éthyle. Enfin la note de **fruit noirs confituré** a été corrélée avec les teneurs de l'hexanol, du limonène, du butyl acetate et de l'éthyle propanoate.

Une analyse des composantes principales a été réalisée, permettant de visualiser la distribution des teneurs de chaque composé en fonction des vins.

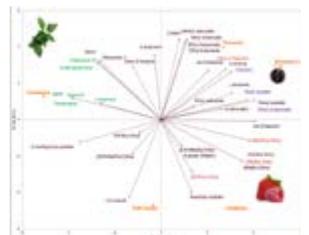


Figure 3 : Analyse des composantes principales des vins selon leur concentration en composé



CONCLUSIONS

L'étude des arômes est un domaine très complexe. D'un point de vue analytique, il existe des **différences** entre les **teneurs des certains composés** pour les différents vins. D'un point de vue sensorielle, il existe des **différences** entre les résultats obtenus d'un panel **entraîné et non-entraîné**. Nous avons pu montrer une **corrélation** entre certains **composés** et certains **descripteurs**. Néanmoins des tests complémentaires seront réalisés pour confirmer l'impact des composés en question.

Etude de la stabilité chimique des métabolites de la voie des kynurénines



UPC-CNRS, UMR 8601 – DAIROU Julien, McCORT Isabelle

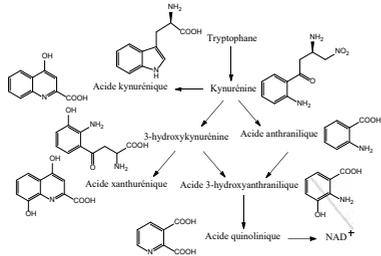


BARGNA Léna, CH

Université de Sherbrooke (Canada)



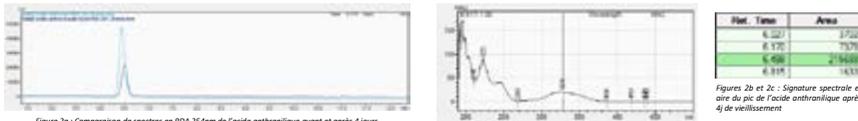
OBJECTIFS



Le Tryptophane (Trp) est un acide aminé essentiel qui est impliqué dans deux voies métaboliques majeures, dont la **voie des kynurénines** (fig. 1). Outre son implication dans la synthèse du nicotinamide adénine dinucléotide (NAD⁺), la dérégulation de cette voie prend part dans le **développement de certaines maladies neurodégénératives et psychiatriques** (comme la schizophrénie). De plus, elle produit des métabolites qui jouent un rôle essentiel dans certaines pathologies inflammatoires touchant le système nerveux central. Bien que très polaires, ces métabolites agissent via divers récepteurs notamment **AhR** pourtant accommodant des ligands hydrophobes, et peu

d'informations sont disponibles sur leur stabilité. En effet, une étude de 2008 révèle que la Kynurénine peut se condenser en produits aromatiques (les TEACOPS) et activer AhR. Le projet a alors pour but d'**isoler** les dérivés d'autres composés de la voie des kynurénines, de **tester leur stabilité** chimique et métabolique et d'**étudier leurs effets** éventuels sur le récepteur AhR.

PRINCIPAUX RÉSULTATS



En réalisant un suivi cinétique de 3 jours selon le protocole¹ de vieillissement de la kynurénine afin d'obtenir les **TEACOPS** (produits de condensation aromatique sous forme de trace), il apparaît que la kynurénine a fortement disparue mais aucun nouveau produit n'a pu être caractérisé.

Le même protocole a été suivi pour d'autres composés notamment l'acide kynurénique et l'**acide anthranilique** (fig. 2) où l'on remarque qu'après 4 jours de vieillissement, ce dernier est en train de disparaître mais aucune présence de nouveau composé. La signature spectrale indique que l'on peut suivre le composé à 328 nm.

La suite du protocole a également été réalisée pour la **kynurénine** jusqu'à la séparation des phases aqueuses et organiques. Les analyses par la suite n'ont de même pas montré de nouveaux composés.

CONCLUSIONS

En conclusion, malgré la publication¹ utilisée comme référence, il semble apparaître que les 3 jours de vieillissement ne sont pas suffisants pour obtenir les TEACOPS. Je vais alors faire vieillir mes composés **30 jours** en prélevant régulièrement pour effectuer un **suivi cinétique**. Je vais également analyser d'autres composés à savoir : la 3-hydroxykynurénine, l'acide xanthurénique et l'acide 3-hydroxyanthranilique pour comparer les résultats avec le reste (contrôle).

¹Sook, S.-H.; Ma, Z.-X.; Feltenberger, J. B.; Chen, H.; Scarlett, C.; Lin, Z.; Satyshur, K. A.; Cortopassi, M.; Jefcoate, C. R.; Ge, Y.; Tang, W.; Bradfield, C. A.; Xing, Y. Trace Derivatives of Kynurenine Potently Activate the Aryl Hydrocarbon Receptor (AHR). *J. Biol. Chem.* **2018**, *293* (6), 1994–2005. <https://doi.org/10.1074/jbc.RA117.000631>.

Synthesis of fluorescent dendrogenins for their detection in exosomes



DENDROGENIX – Arnaud RIVES



BERTRAND Colin, CH

CDB / CVeBio

OBJECTIFS

DENDROGENINS

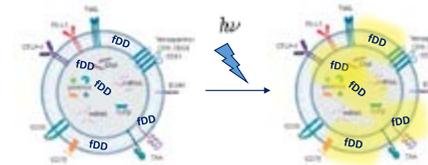
- Polyamine sterols **derived from cholesterol** synthesized for the first time by Prof. Marc Poirot in 2002
- Two class of dendrogenins: **DX101** and **DX243**, both with a peculiar biological activity
- **DX101** and **DX243** have a proper mechanism of action

EXOSOMES

- Exosomes are **nano-sized cargos** (30-150 nm) with a lipid bilayer structure
- Secreted by most types of cells **carrying metabolites**
- Mirror the **characteristics of their parental cells**
- Characterized by: **low cytotoxicity** and **immunogenicity**, **high membrane permeability** and **stability**
- **Can be used for many therapeutic uses**



Can we synthesize fluorescent dendrogenins to engineer exosomes ?



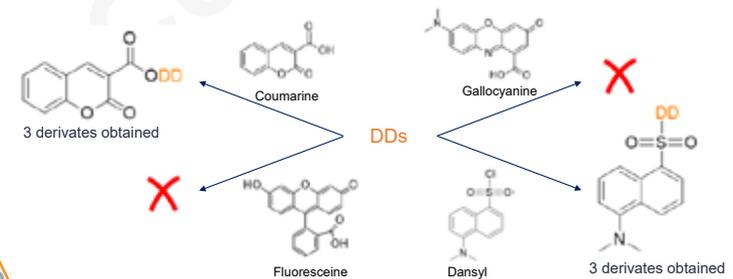
Yes, way the proceed:

1. **Coupling between dendrogenin (DD) and fluorophores (f)** having defined electromagnetic proprieties ($\lambda_{exc} \geq 350$ nm, $\lambda_{em} \geq 400$ nm): **fDD**
2. Spectroscopic characterisation of new **fDD(s)**
3. Encapsulation of **fDD(s)** in exosomes
4. Qualitatively Fluorescent analysis of **fDD(s)** encapsulated in exosomes
5. Identify the localisation of **fDD(s)** in exosomes

FINAL GOAL OF THE PROJECT :

If all the previous results are successful, used exosomes as cargo for drug delivery

PRINCIPAUX RÉSULTATS



CONCLUSIONS

Assessments :

- Synthesis of dendrogenins
- Total synthesis of **6 fDD(s)**

Perspectives :

- Synthesis of other **fDD(s)**
- Spectrofluorimetry of **fDD(s)**

Chargée de qualité de projets cliniques



SANOFI – IJABI Siham

BERTRAND Lou, CH

CDB / PPQS / Contrat pro



OBJECTIFS

Lors de ma dernière année dans la filière PPQPS, j'ai décidé de réaliser un contrat de professionnalisation chez Sanofi R&D avec pour objectifs de découvrir le monde de l'industrie pharmaceutique et plus particulièrement le domaine de la qualité clinique.

Au sein du département « Qualité Clinique et Amélioration Continue » en tant qu'alternante chargée de qualité de projets cliniques, les objectifs de mes missions consistaient à :

- Contribuer à la préparation continue des équipes projets aux inspections de préapprobation de nouveaux médicaments par les autorités de santé,
- Contribuer à la conformité des études cliniques aux bonnes pratiques cliniques, à la réglementation et aux procédures tout au long des études.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Réglementations applicables : Déclaration de Helsinki, Bonnes Pratiques Cliniques, ICH E6 R2 Procédures Sanofi

Immersion dans le domaine de l'assurance qualité des essais cliniques

Test d'un nouvel outil IPC* de contrôle périodique pour les études cliniques vaccins avant son lancement

Contrôles périodiques en cours d'essai clinique pour assurer la préparation continue aux inspections

Préparation aux inspections de préapprobation (PAI)

- Vérification du bon fonctionnement de l'outil dans les délais impartis,
- Familiarisation avec l'outil permettant la formation des équipes.

- Contrôles périodiques en cours d'essai clinique : suivi régulier des scores en-dessous des attentes et à échéance, et relance si besoin,
- Formation des équipes sur l'outil IPC pour le compléter.

- Rédaction de revues qualité : analyse de tendances, observations d'audits récurrentes pour identifier des risques potentiels pour le dossier de soumission,
- Formation des équipes sur les activités de PAI à suivre.

IPC: In-Process Control (Contrôle en cours de processus)



CONCLUSIONS

- Mise en application des notions de la qualité acquises en formation, et découverte de leurs applications dans le domaine de la recherche clinique,
- Mise en pratique de contrôles qualité tout au long des essais cliniques veillant à garantir et démontrer le respect des bonnes pratiques cliniques,
- Travail en autonomie au sein d'une équipe dynamique, alliant travail individuel, travail en équipe et communications intra services avec des équipes à l'échelle internationale,
- Suivi des contrôles en cours de processus tout au long des études afin que les équipes et les sites d'investigation clinique soient prêts à être inspectés par les autorités de santé à tout moment.

Développement de modes opératoires pour la quantification d'impuretés au sein de matériaux énergétiques par chromatographie ionique



ARIANEGROUP – LANDREAU NINA

BOULLEE Josselin, CH

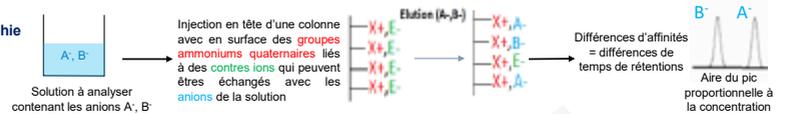
Echange : Chalmers University (Suède)



OBJECTIFS

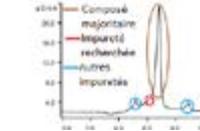
Objectif de l'étude : Développer un mode opératoire permettant de quantifier une impureté ionique dans un nouveau matériau énergétique synthétisé chez ArianeGroup

Principe de la chromatographie ionique



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Chromatogramme initial avant optimisation (conditions standard)



- Mauvaise séparation : co-élution de l'impureté recherchée avec le composé majoritaire
- Quantification impossible de l'impureté recherchée

Optimisation des conditions

Nouvelle colonne (plus longue et plus capacitive)

- Meilleure séparation
- Meilleur dénombrement des impuretés
- Augmentation des temps de rétention
- Ligne de base peu stable et pic non gaussien → Nécessiter d'ajuster d'autres paramètres

Composition de l'éluant

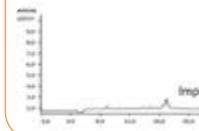
- Eluant moins concentré
- Augmentation des temps de rétention
- Meilleure séparation
- Forme de pics plus symétrique
- Composition retenue = B

Concentration de l'échantillon

- Concentration trop haute
- Ligne de base moins stable / déformation du pic
- Concentration trop basse
- Rapport signal/bruit insuffisant
- Concentration retenue = C3

Mise en œuvre des conditions optimisées

Chromatogramme final après optimisation



- Bonne séparation
- Pic obtenu symétrique
- Quantification de l'impureté recherchée réalisable
- Mise en évidence de nouvelles impuretés
- Durée d'analyse plus longue mais raisonnable (<1h)



CONCLUSIONS

- Développement d'un mode opératoire optimisé permettant la quantification de l'impureté recherchée
- Rédaction de la méthode d'essai associée (enrichissement du référentiel technique du laboratoire)
- Quantification de l'impureté dans 15 échantillons issus de diverses synthèses pour orienter l'équipe de synthèse organique vers le meilleur mode opératoire de purification
- Mise en évidence de nouvelles impuretés en cours d'identification

Juin 2023
Centre de Recherche du Bouchet

Simulation de procédés **Toulouse INP Ensiacét**

CARBIOS – Raphaël DOUDIN

BRUNEAUD Thomas, Chimie **CDB / CVeBio**

CARBIOS
Business powering the Circular Economy



OBJECTIFS

- 1. Simulation du procédé de la future Unité de Référence**
 Réalisation des bilans matière et thermique pour la dépolymérisation du PET et l'obtention de monoéthylène glycol et d'acide téréphtalique
 Etude des circuits internes à l'usine (circuit d'eau, obtention du monoéthylène glycol et rendements)
- 2. Analyse d'une installation d'osmose inverse**
 Analyse des échantillons et conclusions sur l'efficacité de la filtration
 Rédaction du rapport et ajout de l'étape d'osmose inverse dans le procédé



PRINCIPAUX RÉSULTATS

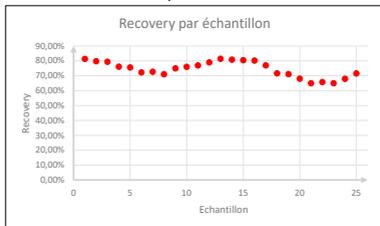
- Mise en place des formules pour calculer les bilans

Description	1101	1102	1103	1104	1105
	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h
PET	6329.2	95	94.7	6263.8	6043.8
Mécanol	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
CSA	0.8	43.5	0.8	31.5	31.3
Others (solids)	43.5	0.8	0.8	45.5	43.2
Water	44.8	0.8	0.8	90.8	94.8
Total	6420.8	45.3	107.9	6393.8	6213.8

Les tableaux contiennent les différents courants de chaque étape avec les bilans correspondant à ces courants

Le but de ce stage était tout d'abord d'établir le bilan matière du procédé pour 50 kt/an en calculant tous les débits à l'aide des données sur les installations et les rendements souhaités. Ce bilan complété du bilan thermique a dû être continuellement amélioré afin d'effectuer une étude capacitaire sur le procédé et aider au design de l'usine dont la mise en fonctionnement est prévue en 2025.

- Résultats des échantillons prélevés sur l'installation d'osmose inverse



Les analyses effectuées sur l'unité d'osmose inverse ont permis d'évaluer l'efficacité de la membrane dans le temps, et donc d'estimer son utilité pour la future usine. Après ces essais, il a finalement été décidé de rajouter cette installation pour le traitement de flux du procédé dans la future usine.



CONCLUSIONS

Ce stage m'a permis d'acquérir une réelle expérience dans le domaine des procédés et de l'industrie, tout en me permettant de mobiliser mes connaissances en catalyse enzymatique et en thermodynamique afin de construire les bilans relatifs au procédé. Ensuite, mon objectif était de faire fonctionner cette unité d'osmose inverse pour purifier l'eau, et enfin d'analyser les futurs réseaux d'eau de l'usine et le procédé afin de trouver des solutions respectant les principes de la chimie verte pour éviter les pertes de matière ou d'eau en étudiant des solutions proposées par mes responsables.

Chargée de développement et formulation de cosmétiques **Toulouse INP Ensiacét**

ATELIER POPULAIRE – ELSA POMÈS

CHANCOGNE Gwenaëlle, CH **ENSCMu (France)**

atelier populaire



OBJECTIFS

Atelier Populaire est une entreprise de cosmétiques biologiques et naturels basée à Paris dans le XIXème arrondissement. Les produits cosmétiques vendus par la start-up sont formulés, fabriqués, conditionnés et commercialisés au sein de l'entreprise. Les cosmétiques doivent respecter un cahier des charges strict. Ils doivent être certifiés Cosmos Organic, sans dérivés de palme, sans sulfate ou sans ingrédients controversés. Ils sont donc respectueux de l'environnement et de l'agriculture. Lors de mon stage j'étais en charge de la partie formulation au laboratoire. J'ai travaillé sur la recherche et le développement de nouveaux produits cosmétiques et de nouvelles galéniques.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Le développement d'une formule d'un produit cosmétique se fait en plusieurs étapes clés.

1 Détermination des ingrédients principaux du produit final et de la formule d'orientation

Contact Fournisseur de Matières premières
 Échanger avec les fournisseurs permet d'obtenir des formules d'orientation de produits cosmétiques. Ils peuvent aussi proposer et conseiller des ingrédients intéressants pour des projets.

Benchmark (facultatif)
 Réalisation d'une étude concurrentielle. Cela permet d'essayer des produits et d'éliminer des ingrédients à tester ou également faire un état des lieux des principaux actifs utilisés dans chaque type de produit cosmétique.

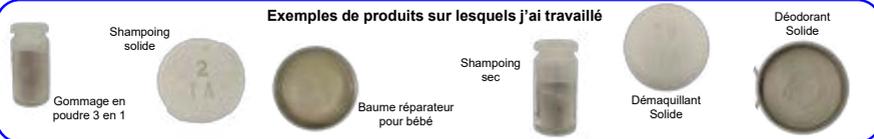
2 Adaptation de la formule

Essais formulation
 Réalisation des essais de formulation au laboratoire. Modification des ingrédients et de leur proportion en fonction des retours après utilisation du produit et des problèmes de formulation et stabilité rencontrés.

Suivi de stabilité / compatibilité
 Suivi des propriétés organoleptiques et physico-chimiques au cours du temps à température ambiante et à 45°C. Changement des matières premières et de leur pourcentage massique si problème significatif de stabilité au cours des trois mois de suivi.

3 Validation de la formule finale

Panel testeur
 Test de la formule par des personnes sur une durée fixée. On récupère par la suite via un sondage l'expérience et l'avis de chaque testeur. Dernière adaptation de la formule en fonction des retours.



CONCLUSIONS

Ce stage m'aura permis de comprendre et connaître toutes les étapes de création, production et commercialisation d'un produit cosmétique. Il m'aura aussi appris à savoir s'adapter face aux contraintes de disponibilités des matières premières, et du cahier des charges de la marque et des produits formulés.

Développement Analytique Caractérisation des Tensioactifs



Pierre Fabre Dermo-Cosmétique & Personal Care
Elise NAVARRE, Philippe ROUGIER & Richard ROE

CHASTAGNAC Camille, CH

MAMAR / IA



OBJECTIFS

Ce stage a pour but de développer différentes techniques de caractérisation des tensioactifs anioniques. L'objectif est d'identifier et de contrôler des paramètres critiques, qui jouent un rôle clé pour la fonctionnalité de la matière en formule. Ici, seul le paramètre teneur en acides gras résiduels (AGR) est détaillé.



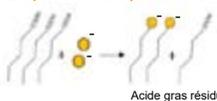
PRINCIPAUX RÉSULTATS

Qu'est ce qu'un tensioactif anionique ?



Un tensioactif anionique (TA) est une molécule amphiphile car elle possède une partie apolaire (queue) et une partie polaire chargée négativement (tête). Du fait de cette double polarité, elle s'adsorbe à l'interface entre l'eau et les milieux hydrophobes. Ce phénomène est à l'origine de leurs propriétés mouillantes, lavantes et moussantes.

La problématique des acides gras résiduels



La cause : Lors de la production de TA, une réaction dans des proportions 1:1 est réalisée afin de lier la queue à la tête. La pureté des réactifs est variable, et la réaction n'est pas totale, donc une partie des acides gras ne réagissent pas. Ce taux d'AGR varie entre 0 et 10% selon les spécifications des fournisseurs. De plus, ces matières contiennent plusieurs longueurs de chaîne carbonée, en raison de leur provenance naturelle.

La conséquence : La teneur en acides gras résiduels a un impact sur la viscosité de la formule.

Le dosage HPLC UV + LC-MS des acides gras résiduels

Méthode HPLC UV de référence

PRINCIPE : Méthode d'identification et de dosage HPLC UV à 210 nm

INCONVENIENTS :

- Faible intensité de réponse des acides gras par détection UV
- Importants effets de matrice

Méthode HPLC UV développée

Développement de la méthode HPLC

Une méthode développée pour l'analyse des huiles végétales a été utilisée. Puis, le gradient sera optimisé selon les besoins afin de réduire le temps d'analyse.

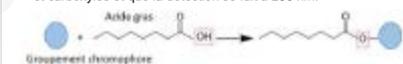
Développement de la méthode de préparation d'échantillons

1- En raison de la diversité des têtes hydrophiles et des mises en forme de la matière (solution aqueuse, poudre, granulés), le protocole de mise en solution est optimisé pour chaque matière.

2- Une réaction chimique de dérivatisation est réalisée afin d'ajouter un groupement chromophore à la molécule d'acide gras.

AVANTAGES :

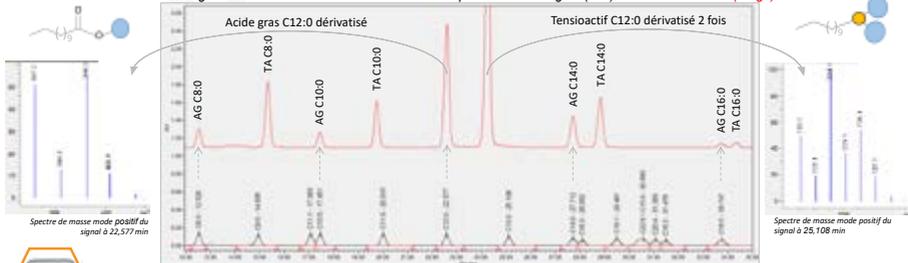
- Augmentation de la sensibilité car la réponse en UV des molécules dérivatisées est plus importante que celle des non-dérivatisées.
- Meilleure sélectivité car la réaction est spécifique aux fonctions alcools et carboxyles et que la détection se fait à 256 nm.



Une analyse en LC-MS a permis de :

- Confirmer l'identification des acides gras
- Identifier les molécules correspondant aux signaux inconnus obtenus en HPLC UV comme les TA dérivatisés. Dans l'exemple ci-dessous, les TA ont été deux fois dérivatisés car leur tête polaire comporte deux groupements réactifs.

Chromatogrammes HPLC UV d'une solution témoin de plusieurs acides gras (noir) et d'une matière TA (rouge)



CONCLUSIONS

Cette méthode de dosage sera validée puis appliquée sur trois tensioactifs anioniques du portefeuille Pierre Fabre Dermo-Cosmétique et Personal Care. En parallèle, un travail est réalisé en collaboration avec les formulateurs afin d'évaluer la pertinence de plusieurs pistes de caractérisation des tensioactifs et des mousses, dont l'analyse de texture et des calculs de mécanique quantique.

Etude de solvants innovants pour le captage du CO2



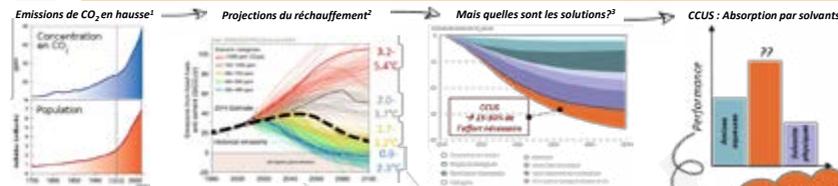
IFP Energies Nouvelles – HUARD Thierry

CLAVIER Olga, CH

CVeBio / Master Green Chemistry



OBJECTIFS



La but de ce stage est l'étude de la relation structures / propriétés d'absorbants envisagés pour le captage du CO2 en post-combustion adaptés aux industries les plus émettrices que sont les centrales thermiques, les cimenteries et les aciéries, dont la concentration en CO2 de leurs fumées varie de 3 à 22%.

Il s'articule autour de quatre axes :

- Synthèse de ces absorbants
- Caractérisations des absorbants avant et après absorption (RMN, viscosimétrie, modélisation moléculaire)
- Mesures des isothermes d'absorption du CO2, estimation de l'enthalpie de réaction
- Etude de la régénération

C'est dans ce contexte que les **Liquides Ioniques (LI)** sont envisagés. Ce sont des sels organiques dont le point de fusion est inférieur à 100°C. Ils présentent l'avantage d'être **ajustables, non-volatiles, très stables**. Mais, leur **forte viscosité** peut constituer un frein majeur à leur application dans un procédé industriel.

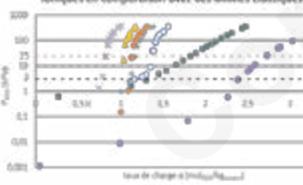
L'étude se basera sur des **liquides ioniques** à base d'**anions hétérocycliques aprotiques**, avec un ou plusieurs sites actifs aminés, en mélange avec un **Donneur de Liens Hydrogènes (DLH)**, dans le but de diminuer leur viscosité. Ces formulations constitueront alors un Solvant Eutectique Profond (SEP), avec des propriétés physico-chimiques différentes.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Absorption

Isothermes d'absorption du CO2 par les liquides ioniques en comparaison avec des amines classiques



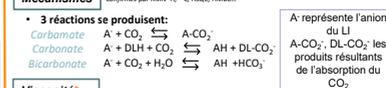
- Moins capacitifs que les amines classiques en mol/kg
- MAIS
- Faibles enthalpies d'absorption
- Faible impact de la température sur l'absorption*
- Capacitifs aux basses pressions de CO2

Scénarios	Aciérie			Charbon			Gaz naturel			ΔH _{abs,CO2} (kJ.mol ⁻¹)
	P _{CO2} (kPa)	α _{CO2}								
MEA (30wt)	2,70	2,30	2,60	2,10	2,30	1,90	1,80	1,80	88	
AMEm-KOH	1,90	1,70	1,70	1,50	1,40	1,30	2,7	2,7	27	
A	1,17	1,15	1,16	1,13	1,11	1,06	46	46	46	
B	1,15	1,12	1,13	1,11	1,11	1,09	50	50	50	
C	0,83	0,81	0,82	0,79	0,78	0,72	50	50	50	
D	1,04	1,04	1,03	1,03	nd	nd	nd	nd	nd	
E	1,38	1,35	1,37	1,30	1,25	1,16	44	44	44	

Enthalpies calculées à partir de la relation de Gibbs-Helmholtz

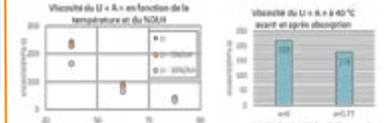
Mécanismes

Confirmés par RMN^{1H}, ¹³C HSQC, HMBC...



Viscosité*

- Diminution forte de la viscosité des LI après ajout de 10% de DLH, avec l'augmentation de la température* et du taux de charge de la solution



Régénération

- Déploiement d'un plan d'expérience de type Doelth pour identifier les paramètres conduisant à une régénération maximale, en minimisant le nombre d'expériences (13)

Paramètres	Durée (h)	Pression (mbar)	Température (°C)
Min	3	951	120
Max	1	80	80

Régénération à l'évaporateur rotatif, puis calcul du %_{regénération} par bilan de masse

→ Difficultés liées à la répétabilité des mesures, induisant un manque de cohérence dans les résultats



CONCLUSIONS

- ✓ Formulation de SEP à base de LI possédant des propriétés physico-chimiques intéressantes pour l'absorption du CO2
- ✓ Enthalpies d'absorption plus faibles que les solvants benchmark (MEA par ex)
- ✓ Toxicité des corps purs industriellement acceptable (molécules non classées ICPE)

Perspectives:

- Améliorer la capacité massique : utilisation d'un cation ayant une masse molaire plus faible, utilisation d'autres molécules multistates
- Détermination de l'enthalpie d'absorption (par calorimétrie) et de la cinétique d'absorption
- Détermination de la dégradation de la formulation en conditions « industrielles »

¹Steffen, Will and al. (2015). The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. In: The Anthropocene Review, vol. 2, n° 1, p. 81-98. DOI: 10.1017/ant.2015.000046.

²Hachour et al. Changements climatiques 2014. Rapport de groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. 2014. 140 p.

³CO2 Emissions in 2022 - Analysis - IEA. Extraî de <https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2022>, consulté 3 juin 2023.

Optimisation d'un procédé d'électrolyse

TOULOUSE INP Ensiacet



ARKEMA – Denis SIGURET

ARKEMA

CORTIAL Johan, CH

CDB / CFiBio



OBJECTIFS

Le perchlorate de sodium est essentiellement produit pour être ensuite transformé en perchlorate d'ammonium afin d'alimenter les boosters de fusées lors de la phase de décollage.

D'un point de vue technique, l'électrolyse du chlorate en perchlorate de sodium s'effectue avec une cathode en acier et une anode en platine. La feuille de platine est soudée par point sur le substrat en titane. Cependant, cette technologie de revêtement est moins durable, l'absence de continuité physique homogène entre les métaux engendrant des phénomènes potentiellement délétères (complexité de réalisation des points de soudure, effets Joule locaux, ...).

Récemment, un nouveau revêtement adapté pour ce type d'électrolyse est apparu, le diamant dopé au bore (Boron Doped Diamond). Ce revêtement est préférentiellement déposé sur du Niobium. Il a un énorme intérêt pour cet usage car la fenêtre de potentiel électrochimique est beaucoup plus large que celle du platine et le taux d'oxygène mesuré pour les anodes de diamant dopé au bore est moindre, ce qui permet in fine, de gagner en rendement faradique (1). Les objectifs de ce stage sont donc l'optimisation des différentes conditions expérimentales lors de l'électrolyse, mais également de tester des anodes BDD de différents fournisseurs et de faire des études de leur vieillissement. Des essais issus d'un plan d'expérience seront ainsi réalisés afin de déterminer les paramètres clés de l'électrolyse, pour une anode platine et une anode BDD.



Figure 1 – Pilote d'électrolyse



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Suivi de la tension :

Pour suivre la tension, un montage à trois électrodes est utilisé. L'avantage de ce montage est qu'il permet, en une seule expérience, de mesurer trois tensions : la tension de cellule, la tension anodique et la tension cathodique.



Figure 2 – Suivi de la tension de cellule en fonction de l'entree

Suivi de l'évolution des concentrations :

La détermination des concentrations en espèces chlorate et perchlorate est liée. La première étape consiste à effectuer un dosage des ions chlorates par le sel de Mohr.

Une fois la concentration massique en ions déterminée, la masse volumique de la liqueur est mesurée grâce à un densimètre. Cette masse volumique permet ensuite de déterminer la concentration massique en perchlorate grâce à une corrélation.

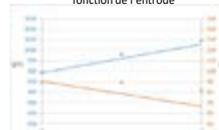


Figure 3 – Suivi des concentrations en fonction du temps

Suivi de l'évolution des rendements faradiques :

Les pourcentages molaires en O₂ et en H₂ sont mesurés toutes les 30 minutes en CPG-FID (2) et permettent de calculer le rendement faradique en fonction de l'aire sous les pics de concentration en H₂ et O₂ dans le mélange gazeux du réacteur.



CONCLUSIONS

Les résultats obtenus par la CPG ont été fiabilisés, en optimisant le pilote, permettant d'obtenir des résultats (rendement faradique) plus précis et mieux exploitables.

Les conditions optimales de l'électrolyse (l'intensité du courant, l'entree...) ont pu être obtenues grâce au plan d'expérience et l'exploitation des résultats.

L'analyse d'échantillons pour l'utilisation de nouvelles anodes en Niobium et BDD, a démontré une fragilité importante au niveau de la soudure des matériaux. De nouvelles méthodes de soudure pourront être testées, et différents fournisseurs pourront être contactés afin d'élargir les possibilités pour le choix de nouvelles anodes.

1 Rapport entre la quantité d'électricité effectivement produite, absorbée ou utilisée au cours d'un processus électrochimique et la quantité théorique associée à ce processus.
2 Chromatographie en phase gazeuse couplée à un détecteur à ionisation de flamme

Développement d'une méthode chromatographique pour l'analyse d'excipients lipidiques

TOULOUSE INP Ensiacet



UNITHER DEVELOPPEMENT BORDEAUX
ROY Claude-Eric & BRASSEUR Emilie

UNITHER

DANFLOUS Cloé, CH

MAMAR / IA / CONTRAT PRO



OBJECTIFS

Unither Pharmaceuticals est une entreprise spécialisée dans le développement et la fabrication en sous-traitance de produits pharmaceutiques pour les laboratoires et les génériqueurs.

L'objectif de mon contrat, au sein du service analytique d'Unither Développement Bordeaux, est de développer une méthode d'analyse par UPLC-CAD (Ultra Performance Liquid Chromatography - Charged Aerosol Detector) afin de séparer et quantifier les excipients lipidiques contenus dans un produit fini, dans le cadre des déformulations par exemple. Le CAD est un détecteur évaporatif, adapté pour l'analyse de molécules ne possédant pas de chromophores et de ce fait ne répondant pas en UV, ce qui est le cas des lipides étudiés.

Le développement de la méthode d'analyse est réalisé à l'aide du logiciel de plans d'expériences Fusion, qui permet d'étudier l'influence des divers paramètres chromatographiques tout en réalisant un minimum d'essais.

Deux mélanges de lipides sont étudiés. Le premier standard est composé de cholestérol (CHOL), d'hydrogenated soy phosphatidylcholine (HSPC) et de distéaroylphosphatidylcholine (DSCP). Le second standard est formé d'huile de ricin (HR) et de labrafac (LAB : mélange d'acide caprylique (C8) et d'acide caprique (C10)).



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Principe du détecteur CAD

Le détecteur CAD permet l'analyse de molécules non-volatiles ou semi-volatiles. L'échantillon est nébulisé afin de générer un aérosol, puis parcourt un tube de séchage où la phase mobile est vaporisée. Au sein de la chambre d'ionisation, un flux d'azote chargé positivement transfère sa charge aux particules d'analytes. La détection des particules chargées est réalisée grâce à un électromètre, qui crée un signal proportionnel à la quantité d'analyte.

Plan de screening

Les paramètres les plus influents sur la sélectivité en chromatographie liquide sont la phase stationnaire de la colonne, la composition de la phase organique et dans une moindre mesure le temps de gradient.

Les recherches bibliographiques ainsi que l'analyse physico-chimique des molécules selon la méthode AQBD (Analytical Quality by Design) ont permis de sélectionner les phases stationnaires et les solvants organiques à tester.

Colonnes	Acquity BEH C18 (2,1x150 mm ; 1,7 µm) ISIS (2x150 mm ; 1,8 µm) Acclaim (2x250 mm ; 3 µm)
Phase organique	ACN + 0,1 % acide formique ACN/IPA (50/50) + 0,1% acide formique ACN/THF (90/10) + 0,1% acide formique
Temps de gradient	Montée en gradient de 0 à 100% de phase B en 5, 10 ou 15 min

Paramètres chromatographiques testés durant le screening

Le pH n'est pas un paramètre étudié étant donné que les molécules n'y sont pas sensibles.

Le plan généré est de type A et G-optimal et comporte 38 expériences.

La meilleure réponse (nombre maximal de signaux séparés) est obtenue lorsque la phase organique est composée d'ACN/IPA, le temps de gradient est maximal et pour les colonnes ISIS et BEH.

Plan d'optimisation

Le plan d'optimisation (A et G-optimal, 48 expériences) a pour but d'optimiser les deux méthodes plus finement. Pour cela, un mélange contenant l'ensemble des molécules à séparer, est utilisé.

L'influence du temps de gradient, de la température du four et du débit sont étudiés lors de ce plan.

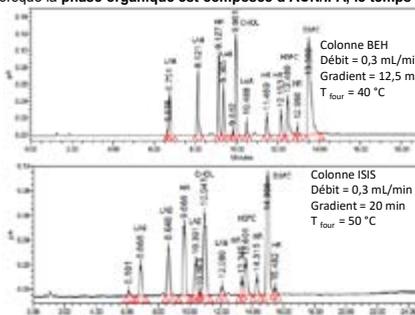
Colonnes	Acquity BEH C18 (2,1x150 mm ; 1,7 µm) ISIS (2x150 mm ; 1,8 µm)
Débit	0,2 / 0,25 / 0,3 / 0,35 ou 0,4 mL/min
Temps de gradient	Montée en gradient de 0 à 100% de phase B en 5 / 8,8 / 12,5 / 16,3 ou 20 min
Température du four	30, 35, 40, 45 ou 50 °C

Paramètres chromatographiques testés durant l'optimisation

Les résultats sont traités par type de colonne avec pour critères de sélection, des résolutions entre pics supérieures à 1 et un nombre maximal de signaux. Ainsi, deux méthodes chromatographiques permettent de séparer le mélange de lipides. Les chromatogrammes obtenus sont présentés ci-contre.

En ajoutant comme critère la symétrie de pic, la méthode avec la colonne BEH apparaît être la meilleure solution.

ACN = Acétonitrile IPA = Isopropanol THF = Tétrahydrofurane



Chromatogrammes obtenus lors de l'analyse du mélange de lipides avec le détecteur CAD



CONCLUSIONS

Les deux méthodes chromatographiques issues du plan d'optimisation vont être appliquées sur des produits finis : deux médicaments commercialisés contenant les excipients lipidiques étudiés. L'objectif étant de pouvoir séparer et doser ces excipients. Le choix définitif entre l'une des deux méthodes sera fait à l'issue de ces tests. Une validation de méthode sera ensuite effectuée.

Synthèse de composés soufrés

TOULOUSE INP Ensiacet



ARKEMA – SKOWRON Pierre-Thomas

DAUGA Estelle, CH

Echange : BME (Hongrie)

ARKEMA



OBJECTIFS

Arkema est un groupe de chimie français orienté dans la chimie de spécialité résultant de la réorganisation de la branche chimie de Total. Les compétences d'Arkema s'organisent autour de trois axes majeurs : les adhésifs, les matériaux avancés et les coating solutions.



Les marchés desservis par la thiochimie sont vastes, allant de la pharmaceutique à la pétrochimie. Le service Thiochimie et Chimie Fine se concentre sur la synthèse de produits soufrés, tels que des sulfures et des mercaptans. Le site R&D de Lacq travaille sur plusieurs points : l'assistance aux usines, le support client ainsi que le développement de nouvelles molécules soufrées.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Objectifs:

- Séparation et caractérisation de différents isomères
- Isolement d'impuretés pour les identifier
- Bibliographie sur les matières premières biosourcées



Compétences:

- Séparation par trituration, distillation et chromatographie
- Caractérisation physico-chimique
- Outils bibliographiques Scifinder et Patbase



CONCLUSIONS

La compréhension des molécules présentes dans le produit final peut permettre d'expliquer certaines caractéristiques physico-chimiques. De plus l'élucidation de la structure des impuretés est importante pour caractériser pleinement un produit.

Synthèse de polyglycidols fonctionnalisables à propriétés contrôlées pour des applications en propulsion spatiale

TOULOUSE INP Ensiacet



ARIANEGROUP SAS – EYMANN JOHN

DETOURNAY Méлина, CH

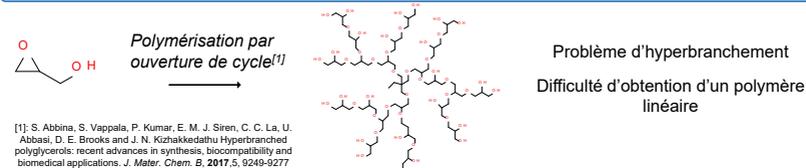
Echange : ENSICAEN (France)

ARIANEGROUP

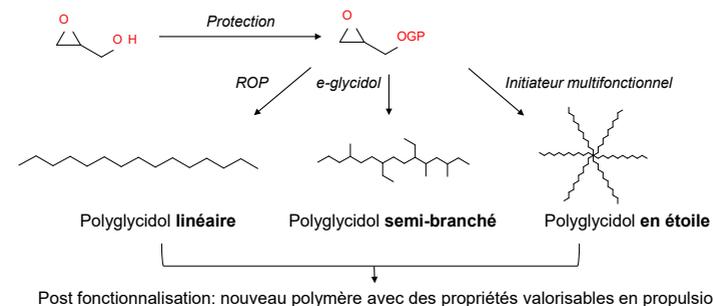


OBJECTIFS

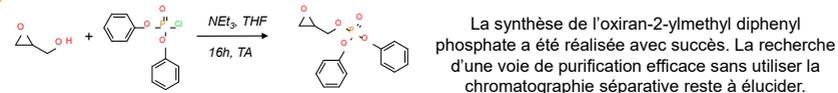
Obtenir divers polymères post-fonctionnalisables de structures contrôlées à partir de glycidol



Stratégies alternatives



PRINCIPAUX RÉSULTATS



CONCLUSIONS

- ✓ Une stratégie d'obtention du polyglycidol sous différentes micro-structures a été mise au point par protection de l'unité monomérique, le glycidol.
- ✓ Une étude bibliographique sur la protection et la polymérisation du glycidol a été réalisée et des premiers essais de synthèse au DPPCI ont été initiés.
- ✓ De nouveaux essais avec divers groupements protecteurs sont à l'étude.

Fermentation et Modélisation Cinétique

TOULOUSE INP Ensiacét



SOLVAY – PIREAU Guillaume

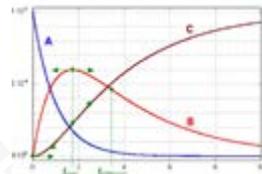
FAURE Romain, CH

CFiBio



OBJECTIFS

- Étudier le procédé de synthèse de la vanilline par voie bactérienne, afin de pouvoir construire un modèle cinétique de la phase de bioconversion. Ce modèle pourra servir au pilotage et à la prédiction du procédé industriel
- Développer une application de visualisation de données en collaboration avec un développeur du service digital
- Tester des applications développées en interne pour faciliter le DATA management, la visualisation de ces données ainsi que des prédictions de résultats



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- Prise en main réussie du procédé à l'échelle labo (fermenteurs 2L et 5L)
- Elaboration d'un plan d'expérience et réalisation des essais correspondants
- Prise en main du logiciel Aspen Custom Modeller (ACM) et Minitab
- Exploitations des données obtenues lors de la campagne d'essais afin de construire un modèle cinétique, choix entre Excel, ACM, Minitab
- Application de visualisation opérationnelle après 2 mois de stage



CONCLUSIONS

- Stage formateur dans le domaine des biotechnologies
- Différentes compétences développées certaines vues lors de la formation à l'école d'autres non (rôle d'interface, échanges à l'international, rigueur QHSE et confidentialité, autonomie)
- Bonne vision de ce qu'est le métier d'Ingénieur R&D Bioprocédés



BIOTECH

Caractérisation de tensioactifs par MALDI-TOF-MS

TOULOUSE INP Ensiacét

SNF SA – Geoffroy GERMAIN

FAUSTIN LEYBACH Paul, CH

MAMAR/IA



OBJECTIFS

- Mettre en place une méthode d'analyse de tensioactif seul, en mélange et dans des émulsions par MALDI-TOF-MS.
- Etudier la faisabilité du projet.
- Réaliser la gestion du projet.

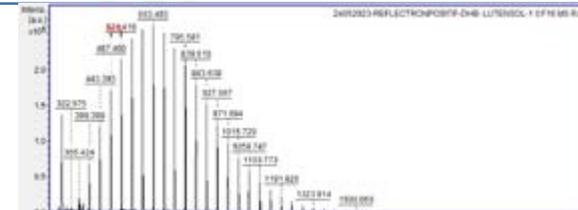


PRINCIPAUX RÉSULTATS

L'entreprise, est volontairement discrète mais et cependant présente dans tous les secteurs d'activités (cosmétique, traitement des eaux, textiles, mines, extraction de pétrole, papeterie, agriculture) par la fabrication de polymère.

Ce stage m'a permis de travailler sur le MALDI-TOF, très peu vu en cours et très utilisée pour l'analyse de polymère, et de me faire une première expérience sur le développement de méthode. De plus le travail ce faisant en distanciel, j'ai pu développer mon autonomie, ma rigueur, et ma capacité de pédagogie pour expliquer les résultats en distanciel. Enfin le projet étant à ces débuts, il est important, surtout en analyse, de garder un esprit critique et de ne pas surinterpréter les résultats.

Pour réaliser l'analyse des mélanges, je suis amenés à créer une base de données grâce à l'outil Excel qui pourrait permettre de faciliter l'identification des tensioactifs dans les mélangent



Spectre du Lutensol T089 obtenu par MALDI-TOF-MS



CONCLUSIONS

Les spectres d'une trentaine de tensioactifs ont pu être obtenu grâce à cette outil, et l'analyse des mélanges est encore en cours. L'utilisation de l'ionisation MALDI présente des problèmes de sélectivité aux quels il faut trouver une solution mais certaines familles peuvent être identifiées.

Stagiaire – Responsable Projet Produit



SANOFI – Aurélie LEVEQUE



FAVIE Marie, CH

- COF (Chimie Organique Fine)
- Echange : ENSCM



OBJECTIFS

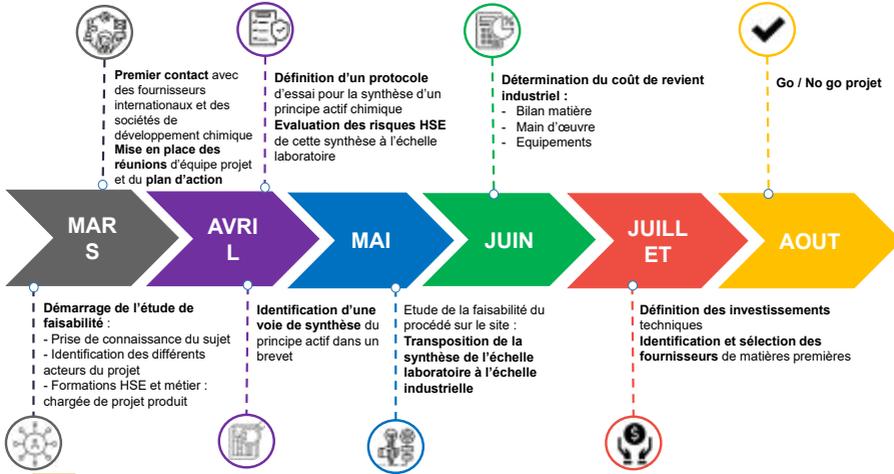
OBJECTIFS :

- Etude de faisabilité pour l'internalisation de la production d'un principe actif chimique sur le site : Création et pilotage d'une équipe projet transverse (développement produit, production, contrôle qualité, technique, finance et HSE)
- Investigations techniques dans le cadre d'un remplacement de matières premières dans la formule d'un médicament à libération prolongée

MISSIONS :



PRINCIPAUX RÉSULTATS



CONCLUSIONS

- Découverte du **métier chargée de projet** sur un site pharma et chimie : mise en place d'un planning, d'un plan d'action, identification des interlocuteurs pertinents, développement des connaissances en génie chimique et en sourcing de matières premières
- Découverte de la **formulation de médicaments de différentes formes** : semi-solide (gel, pommade et crème), poudre et médicaments à libération prolongée sous forme de microsphères (technique du prilling et du spray)

Analyse de Cycle de Vie sur des produits bitumineux



TotalEnergies – Géraldine PAPIN



FENDER Aurélie, CH

MAMAR / IA / CONTRAT PRO



OBJECTIFS

- Rattachée à la branche Marketing & Services de TotalEnergies, mes principales missions consistent à :
 - Réaliser des calculs d'empreintes environnementales selon la méthodologie ACV;
 - Participer à la récolte des données fournisseurs et des données de production sur les sites concernés;
 - Accompagner le Métier des Bitumes dans le développement et le management d'un outil d'éco-conception et marketing durable;
 - Participer à la réalisation de dossier de labellisation des produits Ecosolutions by TotalEnergies.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- L'Eco-calculateur que nous avons développé est un outil d'éco-conception qui a pour but d'évaluer l'impact environnemental de différents bitumes produits par l'entreprise. Le périmètre d'évaluation est du Cradle to Gate, c'est-à-dire de l'extraction des matières premières à la porte de nos usines.
- Le bitume étant considéré comme un produit de la construction, l'analyse environnementale du produit doit suivre la norme EN 15804 + A2 qui défini les étapes à prendre en compte en ACV. Dans notre cas il s'agit des étapes A1, A2 et A3 :



Collecte de données auprès des fournisseurs

- En fonction des retours :
 - Utilisation de l'ICV ou des ACV si utilisation de la bonne méthode ;
 - Rétro synthèse de la molécule à partir de son numéro CAS ;
 - Donnée Ecoinvent ou proxy

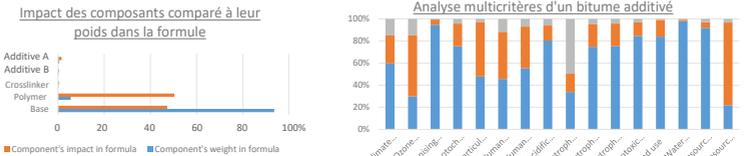
Listing de l'ensemble des moyens d'approvisionnement

- Utilisation des données « Transports » disponibles dans Ecoinvent ;
- Définition de distance type pour les bases bitumes et pour les différents additifs.

Collecte de données auprès des sites de production

- Caractérisation de chaque sous-étape (déchargement, stockage, chauffe, etc.) ;
- Utilisation des données « Energies » disponibles dans Ecoinvent en prenant en compte la localisation géographique des sites.

Sur un produit bitumineux, la phase de production des matières premières est la plus impactante (environ 60% de l'impact global sur le changement climatique), d'où une volonté d'introduire des composants bas carbone comme certaines matières biosourcées. On constate également que certains additifs ont un impact environnemental important relativement à leur proportion en formule (dans l'exemple ci-dessous, le polymère présent à 5% m/m dans la formule contribue à 50% de l'impact matières premières sur l'empreinte carbone)



CONCLUSIONS

Compétences développées au cours de cette alternance : connaissance des produits bitumineux, pratique de l'analyse de cycle de vie, utilisation du logiciel ACV SimaPro, participation à la réalisation d'un outil d'éco-conception, connaissance des normes ACV EN14040/44 ainsi que la norme EN15804 concernant l'ACV des matériaux de construction, analyse critique des résultats et développement de la compétence de marketing environnemental.

Evaluation préliminaire du risque PFAS pour les aéroports franciliens d'ADP



GROUPE ADP- JULIEN Guillaume (Expert SSP ; Tuteur)

FIOL Thibault, Chimie

MASTER NEWS – University of Sciences and Technology of Hanoi



OBJECTIFS

L'objectif de ce stage est d'évaluer le risque environnemental lié aux PFAS (substances per- et polyfluoroalkylées) sur les aéroports franciliens du Groupe ADP. Ce stage s'inscrit dans un projet plus vaste visant à établir un plan d'action relatif à cette problématique environnementale. Ainsi, en travaillant de concert avec un bureau d'étude spécialisé, les objectifs de ce stage sont multiples :

- ❖ Recueillir et traiter les données relatives aux usages industriels actuels et passés de ces composés et créer une **base de données** des activités à risque.
- ❖ **Noter le risque environnemental** pour les activités recensées afin de les hiérarchiser.
- ❖ Créer un **outil de cartographie** des usages et des risques à l'aide d'un SIG.
- ❖ Permettre la création ultérieure d'outil permettant la prise de décisions liées aux PFAS.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- ❖ Un **travail bibliographique** préalable a permis de préciser les principales propriétés connues des PFAS mais aussi leurs usages historiques et actuels au sein de l'industrie.
- ❖ L'animation d'un **groupe de travail** au sein de l'entreprise a été à l'origine d'un travail collaboratif efficace pour la définition de la méthodologie de travail/communication et la collecte d'informations.
- ❖ La réalisation de nombreuses **interviews / visites de sites** ont permis de collecter des informations précieuses relatives aux usages de produits susceptibles de contenir des PFAS.
- ❖ Les recherches dans les **archives** du GROUPE ADP sont à l'origine de la découverte d'usages ou d'incidents anciens, non connus des exploitants actuels.
- ❖ L'analyse et le traitement des données collectées ont abouti à une **évaluation préliminaire du risque environnemental** associé à chaque usage de PFAS recensé en distinguant les milieux potentiellement concernés.
- ❖ La définition d'une **représentation cartographique « SIG » des usages / risques liés aux PFAS**, fondée sur l'exploitation de la base de données créée, constituera un outil d'aide à la décision pour GROUPE ADP dans le cadre de l'établissement de son plan d'action.



CONCLUSIONS

Depuis les années 50, les PFAS sont entrés dans la composition de nombreux produits utilisés par l'industrie, notamment sur les sites aéroportuaires. Leur recensement et hiérarchisation constitue le point de départ d'une gestion raisonnée des potentielles conséquences environnementales associées. La participation à un tel projet collaboratif est une expérience professionnelle précieuse car cela m'a demandé de comprendre le fonctionnement d'une entreprise très complexe, de maîtriser les règles de communication relatives aux sujets sensibles et de mettre en œuvre une planification rigoureuse. La gestion de projet et le travail collaboratif sont primordiaux dans ce projet, qui comporte également un volet technique important et évolutif (sujet émergent). L'une des principales difficultés de ce stage a été de sélectionner, dans la masse des données collectées, celles qui avaient un intérêt réel pour le projet.



➢ Plus de 5000 salariés



➢ Activités industrielles diverses



➢ Sites anciens

Développement et validation d'une méthode de dosage des cannabinoïdes et du GHB dans les cheveux en GC/MS²



SNPS - LABORATOIRE DE POLICE SCIENTIFIQUE – CARINE ROUSSEL

GERARDIN Agathe, CH

MAMAR / IA



OBJECTIFS

Le Service National de Police Scientifique effectue tous les examens et analyses d'ordre scientifique et technique demandés aux fins de constatations des infractions et d'identification de leur auteur. La section Toxicologie Médico-légale du laboratoire de Toulouse a pour objectif d'identifier les substances médicamenteuses et stupéfiantes dans diverses matrices (urine, sang, cheveux...), dans le cadre de découverte de cadavre, de soumission chimique, d'homicide...



Figure 1 : Mèche de cheveux

L'acide gamma-hydroxybutyrique (GHB) est un neurotransmetteur naturellement présent dans l'organisme, qui peut être utilisé pour ses propriétés hypnotiques, comme médicament anesthésiant. Cependant, il peut être détourné de son usage, à des fins délictueuses ou criminelles, dans le cadre de la soumission chimique¹. Le GHB agit très rapidement en provoquant une sédation et son élimination dans le sang et l'urine est rapide (quelques heures). L'analyse dans les cheveux est réalisée afin d'élargir la fenêtre de détection de la molécule (quelques mois). La quantité de GHB mesurée dans les cheveux est très faible (de l'ordre du ng/mg).



Figure 2 : Feuilles de cannabis



Figure 3 : GC-MS² SHIMADZU

La recherche dans les cheveux des cannabinoïdes présents dans la plante de cannabis (THC, CBD, CBN) et des métabolites du THC (THC-OH, THC-COOH) permet d'établir un profil d'exposition (exposition occasionnelle ou régulière). La présence du THC-COOH dans les cheveux, de l'ordre du picogramme par milligramme, est un marqueur spécifique de la consommation de cannabis.

La recherche de ces composés nécessite donc un appareil analytique très sensible et spécifique. Le choix du laboratoire s'est porté sur un GC-MS² Shimadzu (analyse par impact électronique en chromatographie gazeuse couplé à un spectromètre de masse en tandem), acquis récemment. Les objectifs du stage sont : la qualification de l'appareil, la mise au point de la méthode analytique du GHB et des cannabinoïdes dans les cheveux, puis la validation pour une utilisation en routine.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

• Qualification de l'appareil :

Les qualifications à l'installation et opérationnelle ont été réalisées par le fournisseur. La qualification des performances a été réalisée selon les tests et critères du Tableau 1. Les résultats sont conformes aux critères fixés, ce qui a permis de finaliser la rédaction du rapport de qualification.

Tableau 1 : Critères de qualification des performances du GC-MS²

Injecteur	GC	Détecteur
Qualification des performances à l'installation et opérationnelle	Qualification des performances à l'installation et opérationnelle	Qualification des performances à l'installation et opérationnelle
Qualification des performances de la méthode	Qualification des performances de la méthode	Qualification des performances de la méthode

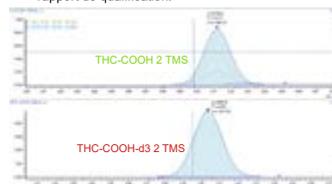


Figure 4 : Exemple de chromatogramme obtenu pour le THC-COOH

• Mise en place de la méthode d'analyse :

- **Spectrométrie de masse**
Identification des ions parents et des ions fils abondants et spécifiques à chaque molécule après fragmentation
Optimisation des énergies de collision (en eV)
Création de la méthode d'analyse MRM²
Optimisation de l'électromultiplicateur
- **Chromatographie gazeuse**
Test de deux colonnes (longueurs différentes)
Optimisation du volume d'injection et du gradient de température

Tableau 2 : Transitions sélectionnées

Molécule	Ion Parent (m/z)	Ion Fil (m/z)	Energie de collision (eV)
THC-COOH	386	357	15
THC-COOH-d3	389	360	15

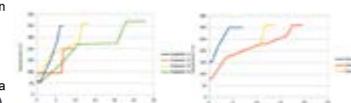
• Mise en place des méthodes d'extraction :

Les cheveux sont coupés en segments de 0.5 ou 1 cm, chaque segment est ensuite broyé en poudre. Après hydrolyse, les composés recherchés sont extraits de la matrice par extraction liquide-liquide. Les extraits sont ensuite dérivés puis injectés.

Optimisation de l'hydrolyse (concentration des réactifs), de l'extraction L-L (temps d'agitation et volume de solvant) et de la dérivation (durée et température)

• Validation des méthodes :

Détermination du rendement d'extraction
Élaboration d'un plan expérimental afin d'évaluer l'effet de matrice, la spécificité, la justesse, la fidélité (répétabilité et précision intermédiaire), l'incertitude et les LOQ et LOD, l'exactitude, la linéarité et l'intervalle de dosage, la contamination inter-échantillons et la stabilité de l'échantillon



Figures 5 et 6 : Gradients de température testés pour le GHB (à gauche) et les cannabinoïdes (à droite)



CONCLUSIONS

Après optimisation et validation, les méthodes seront applicables en routine et un suivi sera réalisé par la mise en place d'une carte de contrôle. L'acquisition future d'un module d'extraction en ligne devrait, par l'automatisation de l'extraction, permettre un réel gain de temps pour l'analyse.

¹ Administration à des fins criminelles ou délictueuses de substances psychoactives à l'insu de la victime ou sous la menace. Il s'agit le plus souvent de substances actives à faible dose, rapidement solubles en milieux aqueux, sans goût, et dont les effets sont rapides à s'installer en provoquant une sédation, désinhibition et amnésie antérograde.
² Multiple Reaction Monitoring : Méthode doublement spécifique : sélection de l'ion parent dans le premier analyseur, fragmentation dans la cellule de collision et focalisation sur l'ion fils dans le second analyseur.

Synthèse de molécules d'intérêt pour la parfumerie

TOULOUSE
INP Ensiacet



V.MANE FILS – Matthieu TECI

GUISIANO Romane, CH

CVEBIO / CONTRAT PRO



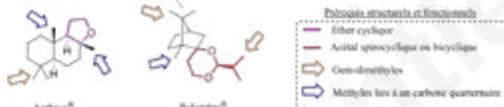
OBJECTIFS

Fondée au XIX^{ème} siècle, **V. Mane Fils** est une entreprise familiale indépendante, leader français et 5^{ème} mondial de la création et de la **production d'arômes et de parfums**. Le travail décrit dans ce poster a été réalisé au sein du service de recherche en **chimie organique** au Bar-sur-Loup (Alpes Maritimes), dont l'objectif était la **synthèse** de nouvelles molécules aromatisées **renouvelables** et **biodégradables** pour répondre aux besoins de la parfumerie.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

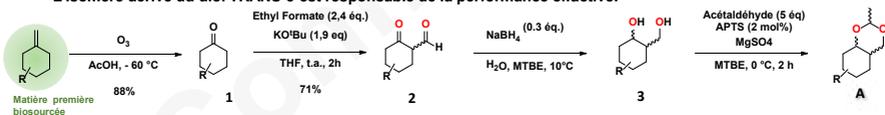
□ Détermination des paramètres structuraux et fonctionnels de l'olfactophore ambré



□ Synthèse de l'acétal bicyclique A

Un mélange racémique de l'acétal A isolé via une synthèse non sélective à partir de matières premières biosourcées a suscité beaucoup d'engouement chez les parfumeurs de l'entreprise lors d'études préliminaires :

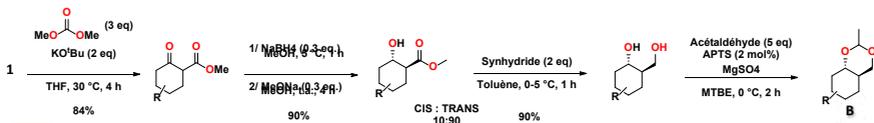
- Séquence ozonolyse / formylation / réduction / acétalisation.
- Isolement du produit par distillation et caractérisation par GC, GC-MS, RMN, FTIR.
- **L'isomère dérivé du diol TRANS-3 est responsable de la performance olfactive!**



□ Développement d'une synthèse TRANS-sélective

Nouvelle séquence réactionnelle :

- Séquence ozonolyse / methoxycarbonylation / réduction I / isomérisation CIS-TRANS / réduction II / acétalisation.
- L'acétal B a été obtenu avec une **pureté de 95%** à l'issue d'une distillation avec colonne garnie.
- **Livré aux parfumeurs pour des essais de formulation.**



CONCLUSIONS

- Mise en œuvre de connaissances acquises pendant la formation : étude bibliographique, synthèse organique, suivi de réaction, analyse, interprétation des résultats...
- Synthèse de nouvelles molécules aux propriétés organoleptiques passées en phase d'évaluation par les parfumeurs.

GESTION DU RISQUE CHIMIQUE SUR SITE

TOULOUSE
INP Ensiacet



MBDA – Tuteur : K.V.

HELEINE Emma, CH

Echange : Université de Brême (Allemagne)

MBDA



OBJECTIFS

MBDA France est une entreprise du secteur de l'aéronautique et du spatial et est le leader européen de conception de missiles et de systèmes de missiles. Dans cette entreprise, j'ai intégré le site du Plessis-Robinson au sein du service Santé Sécurité Environnement, rattaché à la Direction Etablissement. Ce site de plus de 4000 personnes, regroupe les activités de recherche et développement ainsi que le siège social. Mon stage s'articule autour de 3 missions principales :

- Réaliser l'évaluation du risque chimique sur site,
- S'assurer et accompagner les opérateurs pour que les standards de l'entreprise relatifs à l'utilisation des produits chimiques soient compris et mis en pratique,
- Participer à l'appropriation de la culture Sécurité et Environnement sur site.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Evaluation du risque chimique (EvRC) sur site

- Réalisation d'inventaires de produits chimiques en salles d'essais
- Déploiement et programmation d'une méthode pour l'évaluation des risques chimiques
- Evaluation de chaque produit chimique présent sur site :
8% présentent un risque élevé
51% présentent un risque modéré
- Mise en place du plan d'action associé (prélèvement au poste, EPI, catalogue équipements chimie...)



Accompagnement à l'utilisation de produits chimiques

- Gestion de l'autorisation d'entrée de nouveaux produits selon la politique MBDA France
- Contribution à la commission des produits chimiques du site
- Mise à jour des notices au poste avec les nouvelles FDS parues
- Réactualisation des notices au poste en salle d'essais (vérification que les notices au poste utilisées soient à jour)



Appropriation de la culture Sécurité et Environnement sur site

- Réalisation des supports de communication SSE et animations de réunions (rituels SSE pour échanger autour des sujets de sécurité, journée SSE, animation du réseau des correspondants produits chimiques, sensibilisations...)
- Visites et échanges avec les opérationnels (pré-audit de certification, audits internes, soutien, expertise...)



CONCLUSIONS

Bilan sur les compétences :

- Compétences organisationnelles : Travail en autonomie sur les différentes missions (organisation et réalisation des visites terrain, déploiement et amélioration de la méthodologie d'évaluation des risques chimiques)
- Utilisation d'Excel et Programmation VBA : développement de l'EVRC via l'utilisation d'Excel et de macros
- Prise de parole en public : animation de réunions pour échanger sur des sujets liés à la sécurité et permettre l'appropriation de la culture sécurité dans l'entreprise à différents niveaux
- Compétences sur la sécurité au travail : sécurité chimique, systèmes de management de la sécurité, audit de certification
- Travail agile : gestion des priorités, diversité des tâches et des interlocuteurs

Copyright © MBDA 2023. All rights reserved.

Ce document est la propriété de MBDA. Il ne peut être communiqué à des tiers et / ou reproduit sans l'autorisation préalable écrite de MBDA et son contenu ne peut être divulgué. © 2023 MBDA. This document and the information contained here is proprietary information of MBDA and shall not be disclosed or reproduced without the prior authorization of MBDA. © 2023 MBDA.

AMELIORATION PROCEDES

INP Ensiacet

SEQENS – POUPART SEVERINE

LARRIEU Jérémy, CH

- CDB/ CFiBio
- CONTRAT PRO

SEQENS

Rédaction revue qualité produit et libération des vaccins

INP Ensiacet

BOEHRINGER INGELHEIM – SEVERINE DESPRELS

LEJUEZ Emilie, CH

- ISI
- CONTRAT PRO

Boehringer Ingelheim

OBJECTIFS

OBJECTIFS

- **Procédé 1 :**
 - Optimiser les paramètres du procédé au travers d'essais labo (ajustements de la stœchiométrie des réactifs, ajustement temps coulée réactifs...)
 - Suivre les résultats des optimisations mises en place à l'atelier lors de la campagne de production (bilan matière, rendement, suivi analyses)
 - Rechercher un solvant organique pour contrôle de nettoyage après une campagne du procédé étudié
 - Mettre en place une méthode d'analyse quantitative au cours du procédé permettant d'évaluer le rendement de la synthèse avant la purification
- **Procédé 2 :**
 - Mettre en place un nouveau mode de chargement d'un réactif
 - Optimiser les paramètres de distillation d'un solvant afin de limiter les pertes de celui-ci dans le système de vide

Boehringer Ingelheim Animal Health France est une entreprise pharmaceutique spécialisée dans les biotechnologies et l'innovation thérapeutique. Le site basé à Saint-Priest produit environ 40 milliards de doses de vaccins pour les animaux chaque année.

- Je travaille au département assurance qualité et deux missions m'ont été confiées:
- Rédaction des revues qualités produits (PQR) annuelles.
 - Pré-libérations des vaccins sur le marché

PRINCIPAUX RÉSULTATS

PRINCIPAUX RÉSULTATS

- **Procédé 1 :**
 - Pas de nettes améliorations lors de la mise en place des optimisations à l'échelle labo mais une augmentation du rendement observée lors de la campagne de production à l'atelier
 - Analyse HPLC mise en place à l'issue de la synthèse, avant la purification (mesure de la teneur en produit, teneur en réactif limitant et en impuretés)
 - Mise en évidence d'un solvant pouvant substituer l'eau lors du contrôle de nettoyage
- **Procédé 2 :**
 - Mise en place du nouveau mode de chargement du réactif sur le procédé
 - Proposition de possibles améliorations à mettre en place lors de prochaines distillations de solvant à l'atelier sur le procédé

Revue Qualité Produit (PQR)

La PQR concerne tous les médicaments fabriqués par le site et destinés à la commercialisation. Elle est réalisée pour avoir un suivi de tous les vaccins produits et libérés sur le marché.

- Un certain nombre d'extractions sont nécessaires:
- ERP (SAP): afin de savoir le nombre de lots libérés et rejetés sur la période.
 - Trackwise: afin de connaître les déviations, les OOX (Out of Expectation), les changements et les réclamations liés à chaque produit.
 - Davidah: afin d'avoir les variations et les engagements liés à chaque produit.

Libération des lots

Mon rôle est de faire une pré-revue des lots avant de les confier au responsable pharmaceutique qui donnera la décision finale. Il existe plusieurs niveaux dans la chaîne de production.



Figure 1: Etapes du cycle de production des vaccins (Source interne BI)

Je réalise donc une check-list avec différents paramètres (calcul de la date de péremption, vérification des conditions de transports et du respect de la chaîne du froid, cohérence des stocks) en travaillant avec SAP et LIMS.

Je suis également amenée à échanger et travailler avec des équipes sur d'autres sites (production, conditionnement). Le délai de réalisation est fixé à la semaine ou au jour selon les urgences.

CONCLUSIONS

CONCLUSIONS

- **Point de vue professionnel :**
 - Optimisations mises en place à l'atelier sur le procédé 1 ont permis de corriger les baisses de rendement observées ces dernières années
 - Modification du mode de chargement du réactif contribue à l'amélioration des conditions HSE dans l'atelier de production
 - Optimisations des paramètres de distillation permettraient d'améliorer la qualité des rejets aqueux de l'usine
- **Point de vue personnel :**
 - Découverte de l'atelier de production (équipements, fonctionnement, feuilles de marche...)
 - Lien entre essais réalisés au laboratoire et la mise en place du procédé à l'atelier
 - Renforcement des compétences de manipulation labo

Ensuite, il faut étudier toutes ces informations et vérifier que tout est cohérent en échangeant avec les différentes équipes. 8 revues m'ont été confiées. La contrainte principale est l'approbation et la signature par les responsables dans un délai limité.

Cette alternance m'a permis de découvrir le fonctionnement de l'assurance qualité au sein de l'industrie pharmaceutique. Ce fut une expérience enrichissante qui m'a permis d'acquérir de nouvelles connaissances, ainsi que de rencontrer et d'échanger avec différentes équipes.

Développement de méthodes d'analyse par spectroscopie Proche Infra-Rouge



FERMENTALG – Christine BOUSSES



LESPINE Bianca, CH

MAMAR / IA / CONTRAT PRO



OBJECTIFS

Dans un contexte de développement de techniques analytiques plus respectueuses de l'environnement au sein du département Développement Analytique et Contrôle Qualité de Fermentalg, l'objectif principal de mon contrat de professionnalisation est de développer, valider et mettre en place des méthodes d'analyses par spectroscopie Proche Infra-Rouge (NIR).

La méthode NIR est une méthode non invasive, non destructive qui ne nécessite pas de préparation d'échantillon. Les mesures sont basées sur l'absorbance des échantillons dans le domaine du proche infrarouge (800 nm et 2500 nm). Pour associer les valeurs de références avec les valeurs d'absorbance, la régression PLS est utilisée, c'est un outil chimiométrique pour traiter des bases de données spectrales complexes.

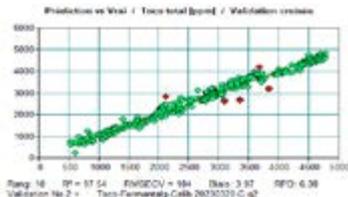


PRINCIPAUX RÉSULTATS

Deux méthodes utilisées en routine au laboratoire ont été remplacées par la méthode NIR

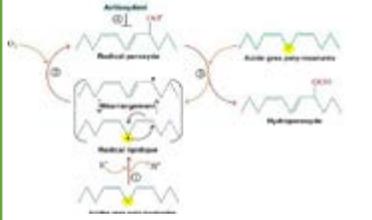
Dosage des tocophérols

- Tocophérols = antioxydant ajouté dans les huiles riches en DHA oméga 3 produites par Fermentalg
- Valeur de référence mesurée par HPLC
- Création de la calibration de 1500 à 4000 ppm ε



Indice de peroxyde

- Indice de peroxyde = indice de première oxydation des matières grasses
- Valeur de référence mesurée par dosage colorimétrique
- Oxydation par aération des huiles pour



Validation avec des études de robustesse, de spécificité, de justesse et de précision.



CONCLUSIONS

Le développement de la méthode d'analyse par spectroscopie Proche Infra Rouge nécessite d'analyser un grand nombre d'échantillon et sur l'entièreté du domaine de validation afin de construire un modèle robuste, précis et juste. Ces méthodes peuvent être améliorées en continu pour obtenir un modèle de plus en plus robuste. Le NIR s'inscrit dans la démarche RSE de Fermentalg car c'est une méthode plus verte qui ne nécessite aucun consommable excepté un vial en verre.

Alternante Process Leader Enduction



SYMBIO – Xavier MARTIN



MACE Camille, CH

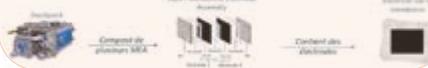
• CDB/ CVeBio/ CONTRAT PRO



PRESENTATION DE L'ENTREPRISE ET DES OBJECTIFS

La société : SYMBIO

- Joint-venture Michelin, Faurecia et Stellantis.
- Conception, production, et commercialisation de solutions hydrogène pour les véhicules légers à lourds.
- Objectifs : capacité de production de 200 000 StackPacks par an d'ici à 2030.



Ma mission :

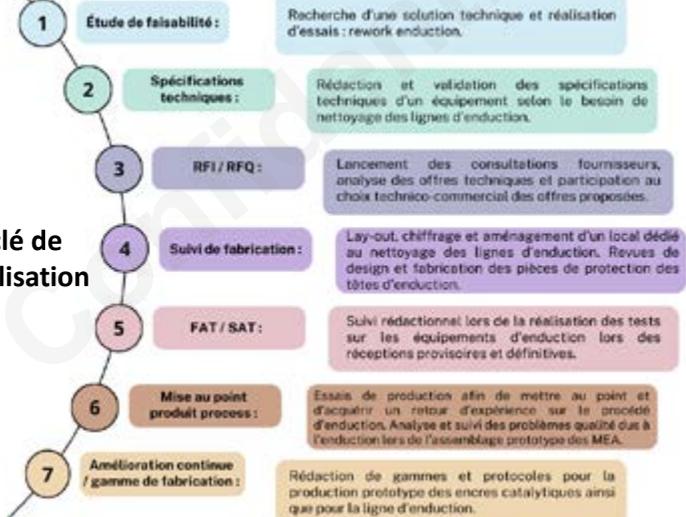
- Intégrée à l'équipe enduction, à l'interface entre les procédés de formulation et d'enduction d'encre catalytique.
- Contexte des missions : lancement d'une usine de production de pile à combustible sur le site de Saint-Fons.
- Suivi de toutes les étapes de l'industrialisation à travers l'arrivée des 1^{ères} lignes d'enduction haute cadence.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Mes réalisations

Étapes clé de l'industrialisation



CONCLUSIONS

Ce contrat de professionnalisation m'a permis de suivre toutes les étapes de l'industrialisation d'un process, de son design jusqu'à sa mise en service afin de lancer la production. De plus, cette alternance m'aura également permis de participer au projet de lancement d'une usine de production : Symbio SymphonHy et d'être confrontée aux aléas de l'industrie et du métier de process leader en industrialisation.

Etude de l'influence de la qualité de l'air sur la qualité de l'eau



KUMULUS – Mohamed Ali ABID



MERLET Thomas, CH

USTH (Vietnam)



OBJECTIFS

Kumulus est une start-up innovante qui a pour but d'aider à résoudre le problème de manque d'eau et d'accès à l'eau potable dans le monde. Kumulus conçoit des générateurs atmosphériques d'eau, c'est-à-dire des appareils récupérant l'humidité de l'air pour la traiter et la potabiliser.



- Prouver que l'eau produite respecte les normes française et européenne régissant la qualité de l'eau pour la consommation humaine
- Etude des mécanismes de transfert des polluants atmosphériques dans l'eau produite
- Etude de l'influence des conditions météorologiques sur la qualité de l'eau



PRINCIPAUX RÉSULTATS



- Création, mise en place et réalisation avec différents partenaires d'une campagne exploratoire d'essais sur tout le territoire français (métropole) dans des sites avec fortes émissions dû à une multitude de sources de pollutions atmosphériques : industriel, agricole, trafic routier, etc.
- Screening théorique des polluants les plus à risques selon leurs sources d'émissions, leurs propriétés physico-chimiques, leur famille chimique, leurs taux dans l'air
- Identification de l'influence entre concentrations des polluants dans l'air sur la quantité des polluants retrouvés dans l'eau produite grâce au générateur d'eau atmosphérique actif
- Corrélation entre conditions atmosphériques et météorologiques (température, humidité) sur la quantité des polluants retrouvés dans l'eau produite grâce au générateur d'eau atmosphérique actif à l'aide d'une étude en chambre climatique



CONCLUSIONS



Apport au sein du service législatif pour la mise sur le marché du générateur. Réalisation complète d'un projet, de la mise en place du protocole jusqu'à la réalisation ainsi que son analyse.

Analyse agroalimentaire par méthodes isotopiques



Eurofins Analytics France – Freddy THOMAS



MORTAGNE-CODERCH Anaëlle, CH

MAMAR / IA



OBJECTIFS

Introduction

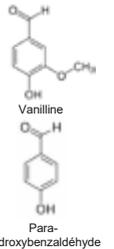
- Réalisation de projets au sein de l'équipe IRMS (Spectrométrie de Masse à Rapport Isotopique) pour le contrôle d'authenticité et d'origine géographique de produits agroalimentaires (boissons, arômes, ...)

Présentation de la technique



Objectif du stage

- **Qualification** d'un nouvel appareil GC-C-IRMS (Chromatographie en phase gazeuse - combustion – IRMS) utilisé pour l'analyse de la vanilline et du para-hydroxybenzaldéhyde
- **Fiabilisation** de l'analyse de la vanilline par GC-C-IRMS en remplaçant l'injection liquide par un couplage de l'appareil avec la technique de micro-extraction en phase solide (SPME) afin d'augmenter la sensibilité et de pouvoir mesurer les rapports isotopiques pour des quantités plus faibles de vanilline et de para-hydroxybenzaldéhyde



MÉTHODOLOGIE DE QUALIFICATION D'ÉQUIPEMENTS EN IRMS

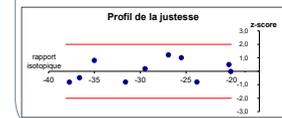
- **Sélection d'échantillons** déjà analysés avec l'équipement de production pour couvrir une large gamme de matrices et de rapports isotopiques



- Vérification de l'**indépendance** entre la quantité d'échantillon analysée et le rapport isotopique mesuré



- Vérification de la justesse des résultats avec la construction d'un **profil de justesse sur l'ensemble de l'étendu de mesure**



- Rédaction des dossiers de qualification
- Révision des **protocoles d'analyses** et **export des résultats sous LIMS** (système de gestion des informations de laboratoire)
- **Formation des opérateurs**



CONCLUSIONS

- Qualification d'un des nouveaux appareils de mesure pour les analyses réalisées en routine dans le laboratoire → amélioration de la productivité en augmentant les capacités de traitement d'échantillons
- Essai en vue d'améliorer la sensibilité des analyse GC-C-IRMS par utilisation de fibres SPME → amélioration de la qualité de service en permettant l'analyse d'échantillons moins concentrés
- Autres projets : extension de matrice du dosage de la caféine par HPLC-DAD (analyse réalisée en routine) vers des boissons spiritueuses

Recherches sur l'arôme floral des eaux-de-vie de malt



Maison Lineti - Magali PICARD / ISVV - Georgia LYTRA

MULLER Esteban, CH

CVeBio, CDB



OBJECTIFS

- Optimiser certains paramètres clés de l'étape de distillation afin de développer les arômes floraux dans le whisky, signature organoleptique de la Maison Lineti.
- Comprendre l'évolution au cours de la distillation du profil en molécules aromatiques florales par un suivi analytique (qualitatif et quantitatif) et sensoriel.

Compétences acquises :

Procédé de distillation discontinue - Analyse chimique – Analyse sensorielle – Analyse statistique



PRINCIPAUX RÉSULTATS



ÉTAPE 1 : Variations du reflux lors de la distillation des têtes et des cœurs de chauffe
Comparaison de 6 profils de distillation différents

ÉTAPE 2 : Suivi temporel des molécules florales
Étude du profil de distillation retenu dans l'étape 1

ÉCHELLE INDUSTRIELLE

ÉCHELLE LABORATOIRE

Analyse GC-MS (36 composés cibles) x Analyse sensorielle (dégustations orthonasales)

Analyse GC-MS des différentes fractions collectées

Corrélation entre la concentration totale en terpénols et l'intensité de l'arôme floral perçue par le panel dans le cœur de chauffe



CONCLUSIONS

- L'analyse statistique a permis de montrer qu'un profil de distillation, avec un **reflux moyen** lors de la distillation des **têtes**, **augmente la concentration** en molécules aromatiques du distillat. Ce distillat, est également **perçu plus floral** par le panel lors de l'analyse sensorielle. Pour un **reflux croissant par paliers** lors de la distillation des **cœurs**, les **résultats** vont dans le **même** sens.
- Le suivi temporel de ce profil de distillation a permis de déterminer que la plupart des **molécules à odeurs florales** proviennent de la **fin de distillation du cœur**. Ainsi l'opération de coupe entre le cœur et les queues est cruciale.
- Ces résultats ouvrent de nouvelles **perspectives** à étudier, comme la **température de distillation** du cœur et des têtes.

Development of a multi-parameter chemical analyzer for water monitoring



FLUIDION – Dr. Victoire Rérolle

NOYÉ Alex, CH

Lund University, LTH (Sweden)



CONTEXT & OBJECTIVES

- ❖ *fluidion* is a high-technology company, providing autonomous *in-situ* sampling and measurement solutions for environmental and water quality monitoring.
- ❖ My internship focuses on the in-line chemical analyzer which is a new highly miniaturized microfluidic system capable of performing pH, chlorine, and nitrite analysis of drinking water in a fully autonomous manner.



Objectives:

- I. **Optimizing and characterizing metrology** of the analyzer to improve its accuracy, repeatability, and reliability.
- II. **Developing an activated carbon-based filter** capable of effectively purifying chemical-rich outlet solutions.
- III. Ensuring the robustness and durability of the system by conducting a series of **temperature tests**.
- IV. **Developing a tangential filter** for surface water applications with high turbidity.



RESULTS

I.

Nitrite calibration curve on the analyzer

II.

- ❖ Selection of the activated carbon materials
- ❖ Development of a UV method to ensure purification for long-term use
- ❖ Creation of a 3D prototype subjected to extensive testing before market launch

3D design of the activated carbon filter

III.

Influence of temperature on nitrite measurements

IV.

Tangential filter experiment setup

- ❖ Development of a climatic chamber to simulate temperatures from 5°C to 50°C
- ❖ Temperature calibration
- ❖ Implementation of a bleach injection system to prevent undesirable biofilm formation on a tangential filter



CONCLUSION

This internship has given me a comprehensive overview of the development of a microfluidic analytical analyzer. During this project, I was confronted not only with chemistry-related problems but also with electronics and computer science, which gave me a very enriching overall view of the project.

Synthèse de polysaccharides organosolubles

TOULOUSE
INP Ensiacet



CERMAV – S. HALILA

PARISI Chloé, CH

CVeBio / CDB

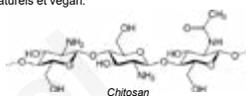


OBJECTIFS

Les industries cosmétiques, contraintes aux réglementations internationales actuelles qui interdisent l'utilisation de nombreux produits chimiques comme ingrédients dans les formulations, tendent de plus en plus vers les "cosmétiques verts". Cette transition demande alors des produits plus durables sur le plan écologique ce qui a donné lieu à des recherches approfondies dans le but de remplacer les composés dérivés de la pétrochimie par des ingrédients bien plus éco-responsables. Cette étude se focalise sur l'alternative des biopolymères dans les cosmétiques en substitut des polymères pétrosourcés possédant un large éventail d'applications. Ils servent à la fois de modificateurs rhéologiques, d'émulsifiants, mais aussi de protecteur de la peau, etc.

La chitine est l'un des polysaccharides les plus abondants dans la nature et peut être dérivée en chitosan par désacétylation. Le chitosan se trouve aussi dans certaines espèces de champignons et représente un actif d'intérêt pour les cosmétiques naturels et végan.

Biocompatible, biodégradable et non toxique, il est aussi soluble en milieux aqueux acides contrairement à la chitine. Cependant, son utilisation reste limitée dans les cosmétiques à phase grasse. L'objectif de ce projet est d'essayer de rendre le chitosan organosoluble dans des huiles végétales d'intérêt par modification des fonctions amines et/ou alcools, d'optimiser les procédés de synthèse et d'étudier leurs propriétés physico-chimiques.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Caractérisations des chitosans de départ (CPG et RMN)

Champignon source	PM (µm)	PM (mg)	DD (µm)	DD (mg)
<i>Kluyveromyces fragilis</i>	14 200 (gros)	>80%	90%	
<i>Kluyveromyces fragilis</i>	36 500 (gros)	>80%	90%	

Conditions de réaction

- Milieu acide
- Milieu basique
- Milieu hydro-alcoolique

Propriétés filmogènes

Caractérisations RMN et FTIR → Degré de substitution (DS)

Hydrophobicité

Angles de contact moyens

110.0°	111.0°	112.0°	113.0°	114.0°
25%	26%	27%	28%	29%

Test de solubilité (valeurs comparatives non-exhaustives)

Techniques de caractérisation maîtrisées

Fonctionnalisations possibles

Deviens soluble ou partiellement soluble mais dispersion stable en milieu organique (chloroforme ou huiles végétales)

Forme un film hydrophobe dans certaines conditions

Optimisations des protocoles de synthèse et de purification

→ Chimie plus verte → Répétabilité → DS ≤ 3



CONCLUSIONS

Remplacer les polymères pétrosourcés par des polymères naturels comme le chitosan, qui ne provient pas des animaux et qui évite diverses étapes de modifications chimiques de la chitine, s'inscrit entièrement dans une démarche de transition écologique pour les cosmétiques.

La fonctionnalisation du chitosan a permis une solubilisation partielle mais une dispersion stable dans certaines huiles végétales. Cette dispersion modifie bien, visuellement, la viscosité de l'huile en la rendant plus dense. Les propriétés filmogènes sont aussi respectées dans certaines conditions et une hydrophobicité peut être constatée.

Les conditions seront par la suite optimisées pour conférer au chitosan les meilleures propriétés possibles tout en assurant une parfaite répétabilité et une chimie plus verte. D'autres polysaccharides biosourcés pourront être étudiés...

Synthèse de molécules aux propriétés organoleptiques

TOULOUSE
INP Ensiacet



V. MANE FILS – FABIEN GRASSET

ROLLO Fanny, CH

CDB / CVeBio / CONTRAT PRO



OBJECTIFS

V. Mane Fils est une entreprise familiale française spécialisée dans la production d'arômes et de parfums. Elle a été créée en 1871 par Victor Mane à Grasse, la capitale mondiale du parfum. Ce travail a été réalisé au sein du laboratoire de Recherche en Chimie Organique (RCO) sur le site de Notre-Dame, au Bar-sur-Loup. L'objectif de la RCO est de synthétiser ou de trouver de nouvelles voies de synthèses pour des molécules présentant un intérêt pour la parfumerie et les arômes.

Dans le cadre de ce projet de fin d'études, deux principaux projets m'ont été confiés :

- ❖ La synthèse de nouvelles molécules à partir d'une matière première biosourcée
- ❖ La synthèse de molécules polycycliques pouvant présenter un intérêt olfactif pour la parfumerie

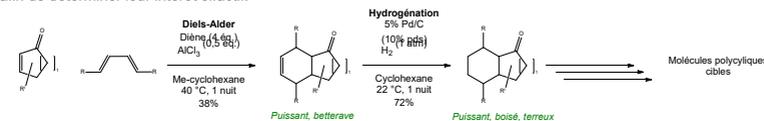


PRINCIPAUX RÉSULTATS

- ❖ **Synthèse à partir de matière première biosourcée :**
 - Les réactions étudiées dans cette partie de projet sont : la réaction de Wittig, l'hydrogénation et enfin l'éthérisation de l'alcool
 - Chaque nouvelle molécule est purifiée (distillation ou colonne chromatographique) pour obtenir une pureté > 95% puis caractérisée en GC-MS, IR et RMN (¹H et ¹³C), sauf les éthers finaux qui sont analysés bruts par chromatographie gazeuse-olfactométrie (GC-O) en compagnie d'une parfumeuse-chimiste pour sélectionner les structures intéressantes pour une possible application en parfumerie.



- ❖ **Synthèse de molécules polycycliques :**
 - Un criblage de conditions (solvant, concentration, quantité de catalyseur et de diène) puis un plan d'expérience (paramètres : température, quantité de catalyseur et quantité de diène) ont été mis en place afin de déterminer les conditions optimales de la réaction de Diels-Alder
 - Les molécules sont purifiées et caractérisées comme indiqué précédemment puis présentées à un panel d'évaluateurs afin de déterminer leur intérêt olfactif.



CONCLUSIONS

Lors de ces différents projets j'ai pu approfondir mes compétences en chimie organique telles que la recherche bibliographique, la synthèse, la purification ou la caractérisation, tout en les appliquant à la parfumerie.

La mise en place de plans de criblages ainsi que d'un plan d'expérience m'ont permis d'aborder une partie d'optimisation de synthèse très intéressante. Enfin, l'aspect d'évaluation sensorielle des molécules, en collaboration avec les parfumeurs et aromaticiens, est un très bon exercice afin de développer ses sens et la description d'odeurs.

Mise en œuvre de circuits fluidiques conducteurs pour PEMFC avec une encre à liant biosourcé



CEA Grenoble – FURIA Gioia, BLACHOT Jean-François

RYS Julie, CH

CDB / CVeBio

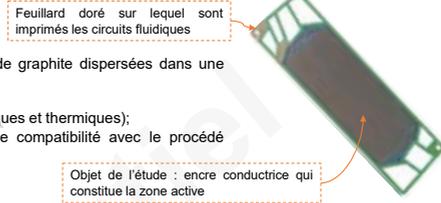


OBJECTIFS

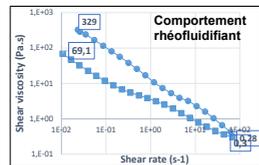
Les plaques imprimées font partie des dernières innovations dans le secteur des PEMFC, promettant une architecture plus compacte, plus facile à fabriquer et moins coûteuse qu'avec les plaques bipolaires embouties. Cependant, cette nouvelle technologie utilise des composés fluorés dont l'utilisation est controversée. L'ambition du CEA est de trouver une alternative verte pour la formulation de ces encres.

Les objectifs de ce stage sont donc multiples :

- **Formuler** une encre homogène intégrant des charges de graphite dispersées dans une solution contenant un liant d'origine naturelle;
- **Optimiser** la conductivité du composite carboné;
- **Tester** la résistance au milieu PEMFC (propriétés mécaniques et thermiques);
- **Ajuster** le comportement rhéologique pour garantir une compatibilité avec le procédé d'impression.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

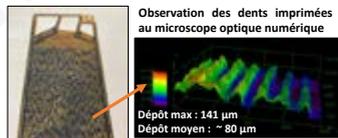


Comportement rhéofluidifiant

Rhéologie de l'encre : validation de la compatibilité avec le procédé d'impression



Enduction sur feuillard doré : Préparation des échantillons pour la caractérisation

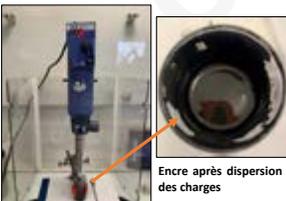


Impression motifs et métrologie : vérification de la hauteur et de la morphologie de dents imprimées

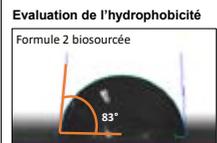
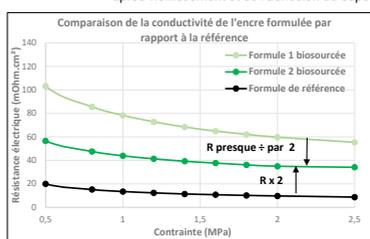


Fabrication de l'encre : formulation et dispersion

Caractérisation matériau : Vérification de la conductivité, de l'hydrophobicité avant et après vieillissement et de l'adhésion du dépôt sur le support



Encre après dispersion des charges



Evaluation de l'hydrophobicité



CONCLUSIONS

Les résultats des premières encres formulées sont prometteurs. Nous espérons pouvoir augmenter la conductivité de l'encre pour atteindre des performances similaires à la référence et trouver une rhéologie adaptée pour le procédé d'impression d'ici la fin du stage.

Optimisation énergétique de projets d'installations de séparation de Terres Rares



Carester – LEHMANN Benoît

THEOLOGIEN Nathan, CH

CFBio



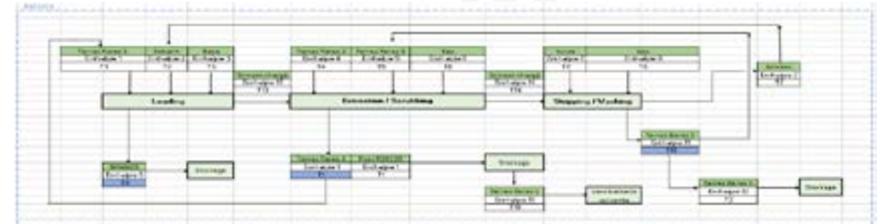
OBJECTIFS

Carester est une entreprise spécialisée dans la séparation et la purification de terres rares ainsi que dans le recyclage d'aimants contenant aussi des terres rares. Pour son développement, l'entreprise lancera prochainement la construction d'une usine destinée à leur exploitation. Chez Carester, les différents objectifs de mon stage peuvent se décrire de la manière suivante:

- Etablir le bilan thermique sur les différents batteries constituant le procédé de séparation via des simulations sur le logiciel Excel.
- Faire l'inventaire des points chauds du procédé pouvant amener à la meilleure récupération de chaleur possible.
- Evaluer les besoins énergétiques des différents équipements du procédé et les combler au maximum à l'aide des points chauds repérés précédemment.

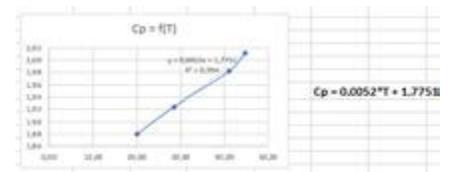


PRINCIPAUX RÉSULTATS



Une batterie repose sur le procédé de séparation liquide-liquide et peut être schématisée de la manière ci-dessus.

Pour le bilan thermique, on s'aide de températures d'entrée connues, des débits et de Cp préalablement estimées à l'aide de corrélations tirées des essais laboratoires pour calculer l'enthalpie de chaque flux. On suppose que les températures de sorties sont égales et l'on fait fonctionner le solveur pour que la somme des enthalpies entrantes soit égale à celle qui sort en faisant varier les températures de sortie.



Estimation du Cp d'un des solvants utilisés



CONCLUSIONS

- Le bilan thermique a été fait sur toutes les batteries
- Certaines batteries sont cependant annoncées plus chaudes que leur température de fonctionnement; des modifications doivent donc être apportées
- Le réseau d'échangeurs de chaleur est à faire

Substitution des solvants CMR dans les analyses

Toulouse INP Ensiacet



Laboratoires M&L, Groupe L'OCCITANE – Virginie ROUQUET



THIEFFIN Lisa, CH

Double diplôme : UQAC (Canada)



OBJECTIFS

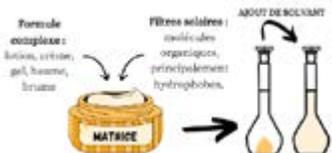
Contexte : Le Groupe L'Occitane fabrique des produits cosmétiques à partir d'ingrédients issus de la nature. De ce fait, la préservation de cette dernière est une des principales missions du groupe. De plus, le bien-être des collaborateurs importe beaucoup à l'entreprise. Ainsi, dans ce cadre et dans le contexte d'émergence croissante de la chimie verte, la gestion des solvants CMR (Cancérogènes, Mutagènes, Reprotoxiques) est essentielle dans le laboratoire d'Analyses Physico-chimiques.

Objectif : Ma mission consiste à substituer les solvants CMR dans les analyses par des solvants plus respectueux de l'homme et de l'environnement. Notamment, l'objectif est de mettre en place une méthode de substitution du Tetrahydrofurane (THF) dans l'analyse HPLC/DAD des filtres solaires dans des matrices cosmétiques complexes.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

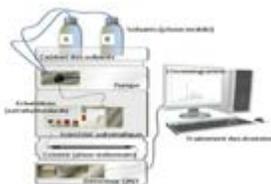
Optimisation de la préparation d'échantillon :



Les filtres solaires sont des molécules organiques complexes, difficiles à solubiliser, c'est pourquoi plusieurs solvants « verts » ont été testés afin d'obtenir une solubilité optimale, compatible avec des analyses quantitatives et comparable à la solubilité obtenue avec le THF.

Développement de la méthode d'analyse HPLC/DAD :

Adaptation de méthodes décrites dans la littérature par ajustement de plusieurs paramètres d'analyse (colonne, débit, température du four, gradient, pH, longueur d'onde...) afin de s'adapter au matériel utilisé et d'obtenir une analyse rapide et efficace.



Recherche sur les méthodes de rinçage de la colonne :

Amélioration de la méthode de rinçage préconisée par le fournisseur afin de réduire l'utilisation de solvant CMR tout en restant efficace pour garantir l'intégrité et la qualité de la colonne pour les analyses suivantes.



CONCLUSIONS

Poursuite des expérimentations afin de mettre au point une méthode d'analyse robuste, efficace et respectueuse de l'homme et de l'environnement, de la préparation d'échantillon, à l'analyse HPLC, jusqu'au nettoyage de la colonne.

Développement d'une méthode de dosage de substances per- et polyfluoroalkylés (PFAS) dans des matrices solides par LC-MS/MS

Toulouse INP Ensiacet



AUREA AGROSCIENCES – IDDER Salima



TISNERAT Léonie, CH

MAMAR / IA



OBJECTIFS

Les PFAS



Figure 1 : Formule développée de l'acide perfluorooctanoïque (PFOA)

Les substances per- et polyfluoroalkylés (PFAS) sont des contaminants très persistants dans l'environnement et toxiques pour la santé humaine. Utilisées dans de nombreuses applications (mousses anti-incendie, imperméabilisants textiles...), les PFAS sont une source d'inquiétude grandissante. Parmi ces molécules, l'acide perfluorooctanoïque (Fig. 1) est inscrit sur la liste des polluants organiques persistants (POP) de la Convention de Stockholm. Aujourd'hui, 20 PFAS sont déjà contrôlés dans les eaux pour la consommation humaine (Directive Cadre sur l'Eau, 2020) mais aucune réglementation n'existe encore pour les matrices environnementales solides.

Dosage des PFAS

Afin d'anticiper un futur besoin réglementaire sur les matrices telles que les boues ou les sols, Auréa Agrosciences souhaite développer une méthode de dosage de 20 PFAS. La Figure 2 illustre les différentes étapes du développement analytique. Celles-ci comprennent l'extraction-purification de l'échantillon après sa préparation puis le dosage à l'aide d'une technique de séparation chromatographique suivie d'une détection par spectrométrie de masse en tandem (LC-MS/MS). Les enjeux de ce stage sont multiples, puisque la méthode sera commercialisée, des compromis sont nécessaires afin de créer une méthode robuste, rapide, respectueuse de l'environnement (déchets, solvants organiques) et à un coût abordable.

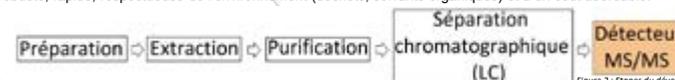


Figure 2 : Etapes du développement analytique



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Appareil de dosage



Figure 3 : LC-MS/MS utilisée pour le projet

La chromatographie liquide (LC) sépare les molécules d'un mélange complexe avant qu'elles soient analysées par un détecteur (ici MS/MS) reposant sur l'identification des composés par leur ratio masse/nombre de charge (m/z). D'abord, la molécule est ionisée dans la source. Puis les ions produits sont filtrés par un analyseur (quadrupôle) pour sélectionner un ion qui se fragmentera dans la cellule de collision. Les ions fils passent à travers un second quadrupôle afin de sélectionner ceux qui seront détectés par le photomultiplicateur d'électrons (Fig. 4). Lors du projet, une LC 1290 Infinity II et un 6470 Triple Quad LC/MS de Agilent Technologies ont été utilisés (Fig.3). Le début de l'étude portera sur l'optimisation des paramètres du détecteur MS/MS (source et quadrupôles).

Optimisation des paramètres de détection (quadrupôles)

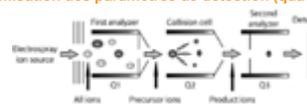


Figure 4 : Schéma d'un détecteur MS/MS (Faktor 1, 2012)

Premièrement, l'objectif est d'optimiser les transitions : chaque molécule donne un ion parent (précurseur) et des ions fils qui lui sont propres (Fig. 4) comme le PFOA dans le tableau 1. Ce sont ces transitions qui permettent d'une part d'identifier chaque molécule et d'autre part de les doser.

	Transition	Rôle
PFOA	413 → 369	Dosage
	413 → 169	Vérification de l'identification

Tableau 1 : Transitions du PFOA

Il est possible de faire varier par exemple des tensions ou les énergies de collision pour adapter les paramètres des quadrupôles à chaque transition. Cette optimisation est réalisée pour les deux transitions de chaque PFAS analysée.

Optimisation des paramètres de la source

Dans la source, les PFAS sont ionisés par électrospray (ESI en anglais) en formant des ions négatifs. La solution est ionisée dans un capillaire, puis est nébulisée en gouttelettes chargées. La figure 5 décrit le processus de production des ions avant introduction dans l'analyseur.

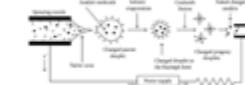


Figure 5 : Schéma d'une source ESI en mode positif (Banerjee S, 2012)

Pour le développement de la méthode instrumentale, les paramètres de la source tels que les températures et les débits des gaz, la tension du capillaire ou encore la pression du nébuliseur sont optimisés afin que les composés d'intérêt aient la meilleure réponse (Tab. 2). Cependant, des compromis sont nécessaires car les 20 molécules ne réagissent pas de la même manière vis-à-vis des paramètres de la source. L'objectif est alors de trouver un juste milieu pour favoriser un maximum de molécules sans trop en pénaliser d'autres.

Sheath gas flow	Sheath gas temperature	Direct gas flow	Direct gas temperature	Capillary	Nozzle	Nebulizer
11 L/min	350°C	4 L/min	200°C	2000 V	0 V	25 psi

Tableau 2 : Résultats d'optimisation de la source



CONCLUSIONS

L'optimisation des paramètres de la masse est concluante, ainsi, peut venir en second lieu le développement de la méthode chromatographique. L'objectif est alors de travailler la séparation des différents composés d'un milieu complexe (matrices solides), limiter la durée de la méthode et s'assurer de sa robustesse. Enfin, lorsque la méthode instrumentale sera finalisée, le travail se poursuivra avec le développement de la méthode de préparation des échantillons afin de les extraire et de les purifier à partir de différentes matrices solides.

Expertise d'une solution d'algue pour le coating de tablettes détergentes



ESCOM Chimie – BENALI Mohammed, THIEBAULT Nicolas
EUROTAB – BROSSE Jacques, MICHEL Pauline, PELISSIER Aprile



VAILLANT Clémence, CH

Echange : URV (Espagne)



OBJECTIFS



Contexte : Eurotab a développé un nouvel enrobage (coating) hydrosoluble et sans plastique pour ses tablettes détergentes.

Problématiques :

- Problèmes de stabilité de la solution
- Composition de la poudre d'algue imprécise

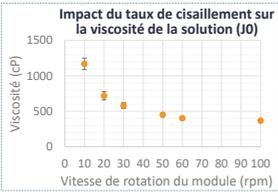
Missions : Expertiser la solution à base de poudre d'algue pour mieux maîtriser le procédé de coating :

- Etude rhéologique de la solution de coating (viscosité)
- Etude chimique de la poudre d'algue (composition)

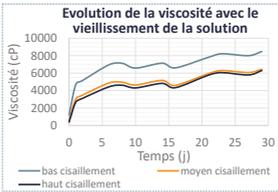


PRINCIPAUX RÉSULTATS

- **Etude rhéologique :** étude des facteurs impactant la viscosité de la solution.



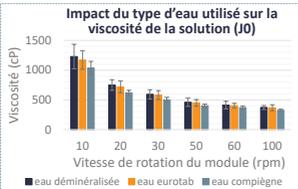
La solution a un **comportement rhéofluidifiant** : baisse de la viscosité avec l'augmentation du taux de cisaillement (proportionnel à la vitesse de rotation du module).



Lors du vieillissement de la solution, on observe une **instabilité de la viscosité** : prise de viscosité importante liée au gonflement de l'amidon.

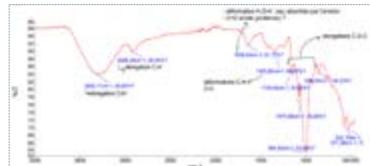


La **prise de viscosité est rapide et importante** durant les **premières heures** après préparation de la solution.



Les écart-types des résultats montrent que le **type d'eau** utilisé (compositions ioniques, duretés différentes) n'a **pas d'impact significatif** sur la viscosité de la formule.
⇒ Reproductibilité de la formulation.

- **Analyse spectrale :** Spectre IR de la poudre d'algue (ATR).



Présence de **polysaccharides** (amidon, ulvanes...).



CONCLUSIONS

Principaux résultats obtenus

- Comportement rhéofluidifiant de la solution de coating
- Prise de viscosité rapide et importante de la solution de coating
- Présence de polysaccharides et potentiellement d'amidon

Principales limites actuelles :

- Matière première non standardisée (sans spécification des protéines, de l'amidon...)
- Pas d'identification ni de quantification des polysaccharides et protéines

Perspectives du stage :

- Continuer d'étudier la stabilité de la solution (viscosité, température, agitation, déphasage ...)

Matériaux

MAÎTRISEZ LA MATIÈRE !

L'ingénieur ENSIACET « Matériaux » maîtrise les **bases scientifiques, techniques et socio-économiques** pour conduire et élaborer des projets industriels sur la base d'un choix réfléchi des matériaux et des **procédés associés**. Il contrôle et optimise les **propriétés d'usage** de ces matériaux tout au long du **cycle de vie** du produit et jusqu'à son recyclage. Ses connaissances **techniques, théoriques et pratiques** concernent les trois grandes familles de matériaux (métalliques, polymères, céramiques) et leurs composites.



COMPÉTENCES

- Connaissiez les différentes familles de matériaux
- Maîtrisez l'élaboration et la mise en forme des matériaux pour améliorer leurs procédés de fabrication et leurs propriétés d'usage
- Appréhendez le rôle des liens microstructure – propriétés
- Prévoyez et contrôlez l'évolution des matériaux en service tout au long de leur cycle de vie
- Conduisez des projets pluridisciplinaires

POINTS FORTS

- Vision globale et complète des différentes familles de matériaux
- Nombreux débouchés dans des secteurs industriels dynamiques et de pointe
- Enseignement interdisciplinaire pour des compétences complémentaires
- Formation tournée vers l'innovation en lien avec la recherche industrielle et appliquée
- Études de cas concrets au cours de travaux pratiques

Impact des conditions de vieillissement sur les propriétés mécaniques et l'adhérence d'un joint de colle

TOULOUSE INP Ensiacet



PLASTIC OMNIUM – Camille BLIVET

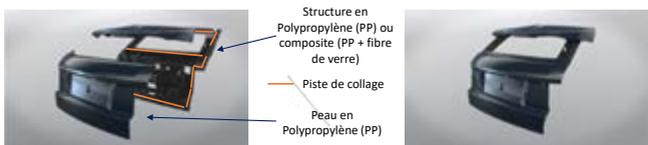
AUBIAT Valentin, IMAT

MI / Fonctionnalité / CONTRAT PRO



OBJECTIFS

Contexte : La fabrication de pièces plastiques extérieures pour l'automobile nécessite de s'assurer de la bonne tenue de celles-ci dans le temps. C'est pourquoi il est nécessaire de contrôler, la fiabilité des hayons assemblés par collage chez Plastic Omnium, à l'aide de tests d'adhérence.



Assemblage d'un hayon

Missions :

- Caractérisation physico-chimique d'une colle polyuréthane à l'état initial et comparatif sur les propriétés après vieillissement
- Mise en œuvre d'essais mécaniques à différents stades de vieillissement et corrélation entre les propriétés du joint et tenue mécanique de l'assemblage
- Optimisation du dépôt de colle



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Compréhension :

- État de l'art sur le collage et compréhension du système de colle utilisé
- Analyse des principaux paramètres de réticulation de la colle



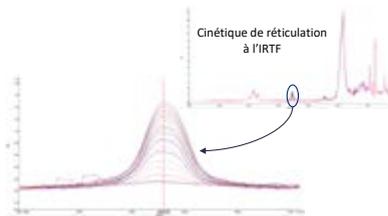
Réalisation de lamelles de colle d'épaisseur contrôlée



Éprouvettes de traction en colle conformes à la norme après découpe à l'emporte-pièce

Optimisation :

- Développement d'une méthode de fabrication d'éprouvette de traction en colle
- Établissement des meilleurs paramètres de réticulation



Validation :

- Caractérisation de la colle et vérification des propriétés physiques et mécaniques
- Test des configurations optimales de collage après vieillissement



CONCLUSIONS

Ce projet a permis d'acquérir une meilleure compréhension des phénomènes de réticulation et d'adhérence sur les systèmes collés. De plus, un nouvel essai mécanique a pu être mis en place au laboratoire, afin de tester mécaniquement une colle seule et non pas le système collé entier (colle et substrat).

Altéance en Banque et Ingénierie Financière à TBS Education - Chargée d'Etudes en Innovation à Bpifrance

TOULOUSE INP Ensiacet



Bpifrance Paris IDF Est – Adrien TREVOUX

Eva BARGETZY, Matériaux

MASTÈRE Spécialisé – Banque et Ingénierie Financière Bpifrance

bpifrance



OBJECTIFS

En tant que Chargée d'Etudes en Innovation, mon rôle est d'accompagner les entrepreneurs. Bpifrance est une banque privée d'intérêt général. Nous accompagnons toutes les structures de la startup à la PME/ Industrie ayant des besoins d'internationalisation. Le Chargé d'Etude travaille en binôme avec le chargé d'affaire pour prendre en charge les clients, mais le portefeuille est propre au Chargé d'Affaire. Une petite part du métier consiste à commercialiser nos différents produits, qui sont des solutions de financement mais cela ne représente pas l'intégrité de notre travail. Une grande partie de notre travail consiste à faire des analyses financières, états financiers et différents audits des sociétés que nous suivons. Nous faisons également de la prospection auprès des grandes écoles et des salons pour trouver nos futurs clients. Par clients, nous entendons toute société proposant une innovation, une rupture par rapport à l'état de l'art et ayant les fonds nécessaires pour débiter un projet. Nos financements contiennent des subventions et des prêts.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

J'ai pu faire plusieurs analyses sur les startups. Ma thèse qui sera examinée par TBS portera sur les foodtech. En effet, ce secteur est très particulier en France. Bien que nous pensons être dans un pays avancé en terme d'innovation autour de la nourriture de nombreuses réglementations interdisent des changements radicaux. Ces changements radicaux seraient pourtant nécessaires à la fois, pour notre santé et pour le changement climatique. Cependant de nombreuses de nos startups font face à un problème majeur, les lois françaises. La société sur laquelle je m'appuie, s'appelle Supreme, et leur produit principal est du foie gras réalisé à part de cellules d'embryons de canards. Cela ne nécessite la mort d'aucun animal, il suffit de prélever quelques cellules à un canard et la suite se passe dans un labo. Pour des raisons éthiques, cette entreprise produit en France mais est contrainte de commercialiser ailleurs comme au Danemark. Pour autant, Bpifrance qui est détenue à 50% par l'Etat et 50% par la Caisse des Dépôts accompagne cette société en mettant à sa disposition de nombreux financements. Ce constat est contradictoire.



CONCLUSIONS

En conclusion, la France doit changer, s'adapter, et évoluer. Nous ne pouvons pas prétendre être un pays innovateur quand nos réglementations empêchent les idées novatrices d'émerger.

Le rôle de Bpifrance est primordial pour relancer l'industrie, accompagner les startups et ainsi rester compétitif devant des pays comme les Etats Unis.

Développement de Pièces Métalliques pour la Maroquinerie

TOULOUSE
INP Ensiacét

LOUIS VUITTON – Nicolas Strychalski

BASTIEN Marie, IMAT

Fonctionnalité / CONTRAT PRO



OBJECTIFS

Louis Vuitton, référence du de luxe aujourd'hui, a pour objectifs de vendre sur le marché des produits de prêt à porter, accessoires et maroquinerie de grande qualité, avec une signature propre à la marque.

Les objectifs d'un ingénieur au sein du pôle Développement Pièces métalliques sont de déployer et de suivre des actions permettant l'industrialisation de nouvelles pièces, pour assurer leur bon fonctionnement.

Cela implique :

- Réaliser l'analyse dimensionnelle et esthétique des pièces et contrôler les tests et essais de validation,
- Créer ou modifier des conceptions afin de respecter les cahiers de charges et les exigences du produit,
- Participer à la rédaction et la mise à jour des documentations techniques, et suivre leur développement à l'aide d'outils informatiques de la maison.



Le développeur est donc en constant échange avec les Sourceurs (ingénieurs prototypes), les équipes Achats, Qualité et Chefs de produits ainsi que les différents fournisseurs, dans le but de suivre le développement des différentes pièces produites.

Des sujets d'amélioration continue et de recherche de nouvelles technologies/matériaux sont également menées en parallèle.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Au sein du groupe, j'ai pu développer mes compétences en temps qu'apprentie développeuse. Les collections fonctionnant par trimestre, j'ai tout d'abord appris à avoir un esprit critique sur les pièces développées, (ainsi que sur les techniques de fabrication et de revêtements métallurgiques), à les mettre en tests et à analyser ces derniers. Nous travaillons sur plusieurs projets en même temps (environ une centaine de pièces métalliques par défilé) donc j'ai appris, à travers une organisation rigoureuse, à suivre chacun des développements, leur problématiques, en échange constant avec les équipes sourcing, achat, qualité et chefs de projet.



J'ai également pu développer mes relations avec les différents fournisseurs, appris à collaborer avec eux pour résoudre des problèmes techniques et de délais.



En sujets de fond j'ai aussi pu mener des projets de prospection de nouveaux types de revêtement, d'organisation interne et d'accompagnement fournisseur.



CONCLUSIONS

En définitive, la gestion de projet au sein d'une maison telle que Louis Vuitton permet de progresser en efficacité, en priorisation de tâches, en raison des grandes contraintes de délais, mais aussi en prise de décisions. Cette expérience aura été plus que bénéfique pour développer la communication professionnelle, l'autonomie et l'esprit critique et technique.

Chargée de mission empreinte carbone _ RSE

TOULOUSE
INP Ensiacét

Natural Origins – Bruno PECH

BAZIRE Emilie, IMAT

GSI / I3D



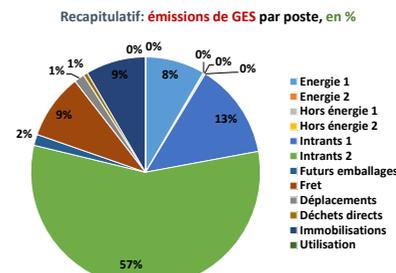
OBJECTIFS

- Réalisation du bilan carbone de l'entreprise pour l'année 2022 (collecte des données, mesure de l'empreinte carbone)
- Sensibilisation des salariés (fresque du climat)
- Préparation de l'audit Fair for Life (réalisation d'un diagnostic biodiversité et mise en place du forfait mobilité durable)
- Calcul de nouveaux facteurs d'émissions des plantes les plus achetées (ACV)
- Réalisation du DUER (évaluation des risques professionnels)



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Les émissions de GES de Natural Origins représentent 5 078 tCO2eq en 2022. Les intrants de matières premières végétales sont les plus gros contributeurs avec 57% des émissions totales des GES. Ces émissions représentent : 300 t de CO2 par M€ de chiffre d'affaires. Les scops 1 et 2 sont obligatoires dans la comptabilisation des émissions de la démarche du GHG Protocol. En revanche ils ne représentent que 8% des émissions soit 371 tCO2eq.



CONCLUSIONS

Natural Origins a l'objectif d'améliorer son impact environnemental. Pour cela l'entreprise a commencé par appréhender la répartition de ses émissions, afin de mettre en place un plan de réduction et de compensation. Des actions de réductions sont déjà en places, elles concernent l'achat d'électricité verte, la diminution de la consommation d'eau, la sensibilisation des salariés, la mise en place d'un forfait écomobilité, une AMAP tous les jeudis... Cependant les émissions des intrants (poste le plus important) seront difficiles à réduire car elles ne dépendent pas directement de Natural Origins.

Evaluation et validation de nouveaux traitements de surface pour pièces de radars aéroportés



THALES Defence Mission Systems – Jean-Christophe Ichard



BENOIT Cloé, IMAT

Durabilité, MI



OBJECTIFS

Le stage porte sur 2 projets de R&T concernant les nouveaux traitements de surface pour pièces de radars aéroportés.

Métallisation de polymères

Etude sur pièces complexes métallisées à base d'Ag

Objectif : Réduction de la masse des équipements par remplacement de l'aluminium par des matériaux polymères

Challenges de l'étude :

- Blindage électromagnétique
 - Métallisation du substrat
 - Tenue du revêtement métallique
 - Montée en maturité technique et en production (TRL & MRL)
- Coûts
 - Etude technico-économique



Pièce complexe en PEI renforcé de fibre de verre



Pièce métallisée

Synoptique d'essais simplifié :

Vieillissements climatiques

Chaleur Humide 85°C, 85% H.R (30j)	Variation Rapide de Température (-55°C +125°C, 500 cycles)	Brouillard salin aux sulfures (24h)
--	--	---

Essais après vieillissements

Test de blindage	Assemblage sur véhicules de test	Tests d'adhérence	Choc Thermique
------------------	----------------------------------	-------------------	----------------

Nano texturation de l'aluminium

Etude sur éprouvettes en aluminium série 6000 nano texturées par laser

Objectif : Test d'une technologie innovante pour ralentir l'apparition du phénomène de corrosion

Challenges de l'étude :

- Hydrophobie
 - Nano texturation
 - Ralentissement du phénomène de corrosion
 - Efficacité par rapport aux traitements anti-corrosion classiques : OASF et passivation



Tâches de corrosion sur une tôle d'aluminium



Surface hydrophobe

Synoptique d'essais simplifié :

Essais climatiques

Chaleur Humide 85°C, 85% H.R (30j)	Brouillard Salin (96h et +)
---------------------------------------	--------------------------------

Caractérisation de la surface (avant et après essais climatiques)

Mesures d'épaisseur de traitement	Mesure d'angle de contact
-----------------------------------	---------------------------

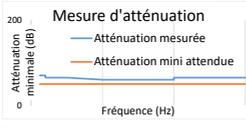
Tests à la goutte posée (eau)



Surface brute
Angle de contact : 75°



Surface nano texturée
Angle de contact : 146°



Tests d'adhérence (quadrillage)

Test de blindage sur éprouvettes



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- ✍ Ecriture des matrices d'essais
- ✍ Ecriture de plannings détaillés
- ✍ Ecriture de cahiers de charges
- ✍ Réalisation des éprouvettes

Choix des pièces pour l'étude technique

CONCLUSIONS

Métallisation des polymères : Résultats prometteurs avec mesure d'une atténuation des ondes électromagnétiques suffisante sur éprouvettes métallisées. Tests d'adhérence satisfaisant les exigences THALES.

Nano texturation de l'aluminium : Résultats engageants avec forte augmentation de l'angle de contact lors du test à la goutte posée.

Actionneurs électroactifs: Elaboration et caractérisation électromécanique d'élastomères dopés en liquides ioniques



INSA Lyon – Florent Dalmas, Gildas Coativy, Sébastien Livi



BLAIN Axel, IMAT

MI / Fonctionnalité

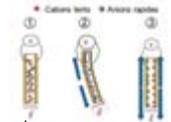


OBJECTIFS

Mon stage se déroule dans le cadre d'un projet de collaboration entre quatre laboratoires rattachés à l'INSA Lyon : les laboratoires IMP, LGEF, Matéls et ElytMax. Ce stage porte sur les matériaux élastomères électroactifs.

Les matériaux élastomères électroactifs se présentent sous forme de films minces souples recouverts d'électrodes. Ils peuvent se déformer sous l'action d'un champ électrique extérieur en compression et/ou en flexion. Cette capacité à se déformer peut être utilisée pour élaborer des actionneurs. Deux mécanismes principaux sont à l'origine de cette déformation : l'effet Maxwell qui est issu de l'attraction mutuelle des électrodes qui recouvrent le matériau et un phénomène lié aux interactions des dipôles électriques constituant le matériau avec le champ électrique appliqué.

Dans ce projet, nous nous focalisons sur un troisième mécanisme pouvant intervenir lorsque des ions sont présents dans l'élastomère. Il s'agit de la migration des ions au voisinage des électrodes et de leur accumulation aboutissant à la flexion du film. (bending)



Mission principale du stage

- Elaborer des films minces contenant différentes fractions de liquides ioniques de différentes natures.
- Etudier le comportement électromécanique des matériaux élaborés par spectroscopie mécanique (DMA), spectroscopie diélectrique et via des tests de fléchissement sous champ électrique constant.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Elaboration de films minces polymère (épaisseur ≈ 300 µm):

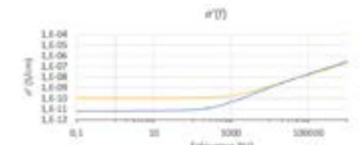
Je réalise des films d'époxy-amine (DGEBA + Jeffamine D2000) au sein desquels sont ajoutés des liquides ioniques de natures différentes afin de déterminer leur impact sur leur réponse électromécanique. Les films sont réalisés par l'intermédiaire d'un moule silicone placé entre 2 plaques métalliques recouverte d'un scotch Téflon.



Film mince d'époxy-amine synthétisé

Spectroscopie diélectrique:

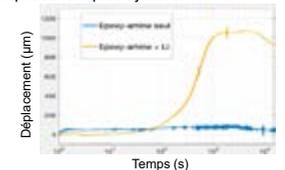
Ce test permet d'évaluer les propriétés diélectriques ainsi que la conductivité électrique des différents films. Il est réalisé à différentes températures (entre -80°C et 100°C). On observe notamment que l'ajout d'ions provoque une augmentation de la conductivité électrique à basses fréquences variant selon la nature et la quantité de liquides ioniques ajoutée.



Conductivité de différentes formulations à température ambiante

Tests de fléchissement sous champ électrique constant dit de « bending » :

Lors de ces tests, je cherche à observer l'impact du liquide ionique sur le comportement, la cinétique ainsi que l'amplitude de déplacement de l'élastomère afin de déterminer la meilleure composition possible de film. On constate que l'ajout de liquide ionique (LI) augmente drastiquement le déplacement de l'élastomère.



Déplacement sous champ E = 2 MV/m avec et sans liquide ionique



CONCLUSIONS

Mon stage vise à étudier la réponse électromécanique d'élastomères dopés avec de faibles quantités de liquide ionique sous fort champ électrique. Un protocole permettant de réaliser des films minces a été mis au point et des essais préliminaires ont permis de mettre en lumière l'impact des liquides ioniques sur le fléchissement sous champ électrique des films d'époxy-amine dopés.

Développement de projets agrivoltaïques



QAIR FRANCE – SYREN GUILLAUME

BONNEVILLE Théo, IMAT

Eco-E0 EPI



OBJECTIFS

- Découvrir les tâches et objectifs d'un chef de projets agrivoltaïques.
- Comprendre les enjeux du développement de la filière agrivoltaïque.
- Appréhender les logiciels pour le développement de projets photovoltaïques.
- Connaitre et échanger avec les acteurs concernés par les projets agrivoltaïques.
- Compléter ma formation technique dans les énergies renouvelables par un stage me permettant d'analyser en profondeur les forces en jeu sur un territoire et comment se prennent les décisions, au regard du droit et des prérogatives des différentes parties.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- Prospection foncière :
 - Identification cartographique de zones à potentiel agrivoltaïque ;
 - Création d'une base de données foncières sur la région AURA ;
 - Prise de contact avec les propriétaires fonciers, les élus et les collectivités locales.
- Réalisation de diverses implantations, respectant les contraintes associées à chaque projet sur le logiciel de calepinage Hélioscope.
- Réalisation d'un dossier de candidature à un appel à manifestation d'intérêt (AMI) sur la commune d'Autun.
- Accompagnement du chef de projet lors des échanges avec les exploitants / propriétaires fonciers et les services de l'état (DREAL, DDT, COMCOM, mairies, chambres d'agriculture).



CONCLUSIONS

Mon stage dans l'agrivoltisme (secteur innovant des énergies renouvelables) a été très formateur. J'ai pu me rendre compte de la réalité du monde du développement ENR (ses délais, ses contraintes et ses succès). J'ai également eu l'occasion de découvrir et d'échanger avec une grande partie des acteurs territoriaux impliqués dans la réalisation de projets ENR. Enfin, l'approche agricole spécifique à ce type de projets m'a beaucoup plu. En effet, j'ai pu bénéficier d'une ouverture sur le monde de l'agronomie et de l'élevage grâce à mes collègues issus du monde agricole et aux éleveurs associés aux projets que j'ai eu l'occasion de rencontrer régulièrement.



Développement de matériaux de construction en incorporant des matériaux biosourcés



HOLCIM – RAHOUI Hafsa

BONNIN Salomé, IMAT

Fonctionnalité, MI / CONTRAT PRO



OBJECTIFS



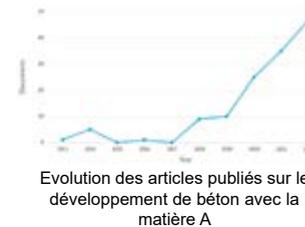
Contexte : Le béton est un composite minéral, il est présent partout et il est souvent vu comme néfaste pour l'environnement et le paysage. Cependant, dans un monde qui se veut plus vert, l'industrie du béton doit évoluer et proposer des produits en harmonie avec l'environnement.

Objectif : Développer du béton avec des matériaux biosourcés pour répondre aux enjeux écologiques et pour diversifier les matières premières.

- Compréhension de la nouvelle matière utilisée (matière A*)
- Impact de l'ajout d'une nouvelle matière dans une matrice cimentaire



DOCUMENTATION



L'intérêt pour les matériaux biosourcés comme matière première dans un béton a commencé en 2018-2019.

A ce jour, de nombreux béton biosourcés sont actuellement sur le marché mais ne peuvent pas concurrencer les bétons hautes performances. Cependant, ils sont intéressants à utiliser dans les constructions simples, dans des bétons de décorations ou pour l'isolation.



EXPERIMENTATION

 <ul style="list-style-type: none"> • Trouver un adjuvant compatible avec la matière A <p>→ Le moins d'adsorption possible de l'adjuvant par la matière A</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • Ne pas dégrader les propriétés mécaniques <p>→ Résistance à la flexion → Résistance à la compression</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • Etude de la carbonatation du béton $C_aO \rightarrow C_a(OH)_2 \xrightarrow[-H_2O]{+CO_2} C_aCO_3$ <ul style="list-style-type: none"> • Analyse du cycle de vie d'un béton avec la matière A
---	--	---

* Pour des raisons de confidentialité, les matières utilisées et les résultats expérimentaux ne peuvent être dévoilés dans ce poster

Développement de poudres pour procédé Rotomoulage

TOULOUSE INP Ensiacét



ARKEMA – MARCOURT Marjorie

ARKEMA

BOUFFANT Matthis, IMAT

Fonctionnalité, Master MECTS

CONTEXTE / OBJECTIFS

Le stockage d'hydrogène est un aspect majeur du développement de la voiture à hydrogène. Durant mon stage je me suis intéressé à la membrane thermoplastique (liner) du réservoir. Elle est réalisée en PA11 grade xx, qui répond au cahier des charges complexe : performance mécanique, environnement de stockage de dihydrogène (pression élevée, plage de température importante). On s'intéresse ici à la mise en œuvre par rotomoulage, dont les pièces ont l'avantage de ne pas nécessiter de soudure (favorise l'amorce de rupture).

Les missions abordées lors du stage sont :

- Rechercher et développer un nouveau grade de poudres polyamides pour le rotomoulage de liners
- Etudier la recyclabilité du matériau commercialisé

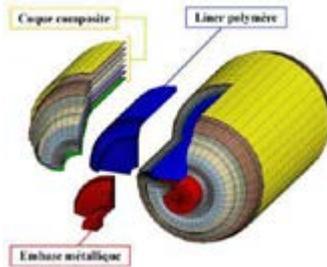


Schéma d'un réservoir à hydrogène

PRINCIPAUX RÉSULTATS : Propriétés des poudres

Viscosité

(Viscosité Métacrésol / Rhéologie)

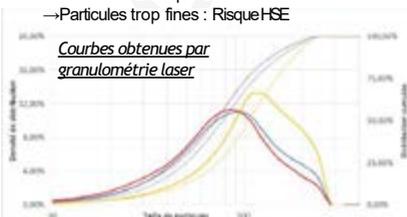
- Trop visqueux : Mise en œuvre difficile
- Peu visqueux : Propriétés mécaniques insuffisantes
- Contrôle de la cinétique de remontée en viscosité pendant le procédé

Granulométrie des poudres

(Granulométrie laser)

- Large distribution de tailles de particules
- Trop grosses particules : impact sur l'état de surface et la cinétique de coalescence
- Particules trop fines : Risque HSE

Courbes obtenues par granulométrie laser



Humidité de la poudre

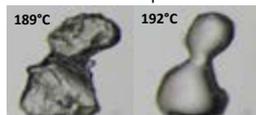
(Titreur Karl-Fisher)

- Séchage de la poudre en étuve avant mise en œuvre
- Une poudre humide peut entraîner l'apparition de bulles dans la pièce et limite la remontée en viscosité
- Une poudre trop sèche remonte trop vite en viscosité et gêne l'écoulement

Coalescence

(Microscopie avec plaque chauffante)

- Interactions entre les particules lors de leur fusion dans le moule.
- Vitesse de fusion de la poudre



Coalescence de 2 grains de poudres PA11

Écoulement de la poudre

- Dépendant de la granulométrie, des interactions électrostatiques entre les particules, de l'humidité...

CONCLUSION

Après la caractérisation des poudres, celles-ci sont mise en œuvre à l'échelle laboratoire. Cela permet de comprendre l'impact des propriétés initiales des poudres et des conditions de mise en œuvre sur les propriétés finales de l'objet et donc de valider ou non le cahier des charges.

Etude des microstructures et des propriétés de rupture des aciers faiblement alliés et leurs joints soudés

TOULOUSE INP Ensiacét



EDF – Alexis GRAUX, Patrick TODESCHINI

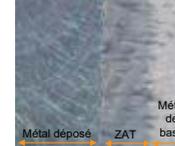


BOUYER Apolline, IMAT

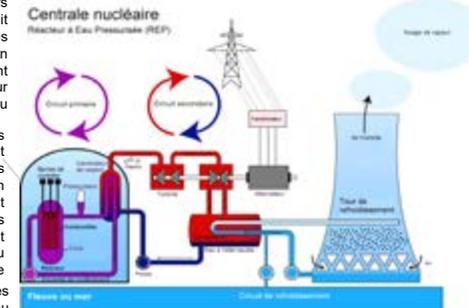
MI / Durabilité

OBJECTIFS

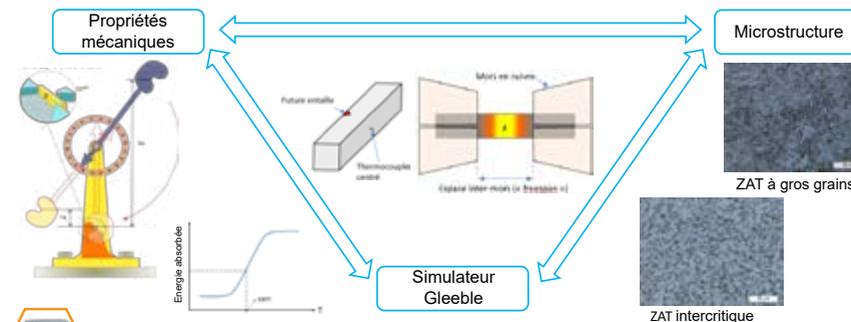
Les aciers de type 16MND5/18MND5 sont des aciers faiblement alliés utilisés pour la fabrication de pièces du circuit primaire de réacteur à eau pressurisée (REP). Ils sont exposés dans la durée à des températures assez importantes en service, jusqu'à 345°C pour le pressuriseur. Ces aciers sont sensibles au vieillissement thermique, ce qui dégrade leur propriétés de rupture par ségrégation intergranulaire du phosphore.



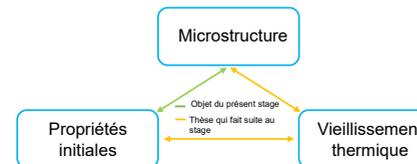
Bien que la microstructure de ces aciers soit principalement bainitique, d'autres microstructures peuvent exister, notamment en Zones Affectées Thermiquement (ZAT) par le soudage. Ces microstructures variées possèdent toutes une sensibilité différente au vieillissement thermique. Ce stage s'inscrit dans un projet visant à établir les relations entre les propriétés initiales, la microstructure, et la sensibilité au vieillissement thermique en ZAT. L'objectif du stage est donc de caractériser les différentes microstructures de ZAT d'une soudure multi-passes dans un premier temps à l'état initial. Pour cela, les différentes microstructures seront recrées par application de cycles thermiques spécifiques, et les courbes de températures de transition fragile-ductile seront établies pour chaque microstructure générée.



PRINCIPAUX RÉSULTATS



CONCLUSION - PERSPECTIVES



Les différentes microstructures caractérisées à l'état initial constitueront l'état de référence pour la caractérisation des microstructures vieilles. La caractérisation des états après vieillissement thermique fera l'objet d'une thèse à la suite du stage.

RÉDUCTION DE L'EMPREINTE ENVIRONNEMENTALE

TOULOUSE INP Ensiacét

AIRBUS PROTECT – PÔLE PEINTURE – SHARIF DIYANA

BRAIKIA Abia, IMAT

Fonctionnalité, MI

AIRBUS

OBJECTIFS

En 2019, Airbus a défini une vision nommée High5+ pour réduire son empreinte environnementale d'ici 2030. Ce plan ambitieux se fonde sur une série d'objectifs visant à réduire la consommation d'énergie, les émissions de CO2, les prélèvements d'eau, les émissions de composés organiques volatils (COV) et à améliorer la gestion des déchets, par rapport aux niveaux enregistrés en 2015.

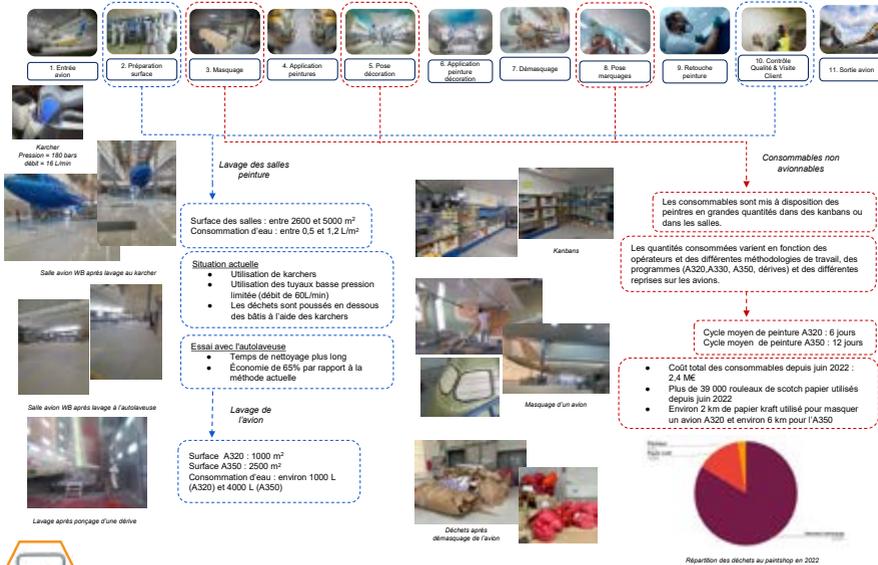
Missions : Evaluer les procédés et pratiques existants lors du cycle peinture d'un avion. Proposer des solutions d'améliorations pour :

- Réduire les consommables non avionnables (Papier kraft, adhésifs, abrasifs,...)
- Réduire la consommation d'eau lors des phases de lavage des avions et des salles de peinture.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Etat de l'art et analyse des consommations actuelles dans les salles peinture



CONCLUSIONS

L'état de l'art m'a permis d'acquérir des données sur les activités qui se déroulent au pôle peinture. Dans un premier temps, ces données seront analysées afin d'identifier les axes d'amélioration potentiels (exemple : sur-emballage). Cette analyse permettra de mettre en œuvre des solutions à moyen et à court terme afin d'améliorer progressivement les processus.

Etude des déformations résultantes de la mise en forme des pièces en alliage d'aluminium

TOULOUSE INP Ensiacét

SAINT JEAN INDUSTRIES – Gaël HUCHET

CASSIGNOL François, IMAT

Durabilité

Saint Jean Industries

OBJECTIFS

Le site de Belleville-en-Beaujolais produit des pièces de sécurité (liaisons au sol, pivots,...) pour les grandes marques et groupes automobiles internationaux comme Audi, Alpine, Maserati,...

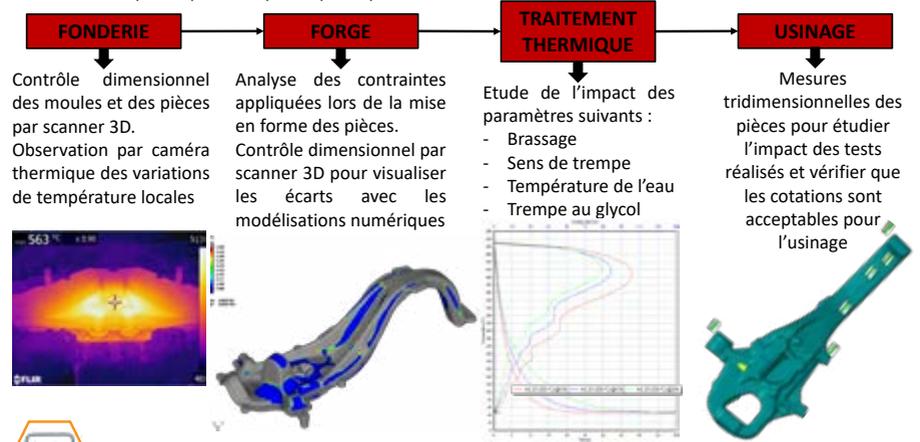
Grâce à leur procédé **COBAPRESS** breveté en 1983 signifiant **CO**ulée **B**asculé **P**ressé, le groupe allie fonderie et forge afin d'obtenir des pièces en alliage AISI7Mg0.3 avec de bonnes propriétés mécaniques à moindre coût.

Mes principales missions s'orientent autour de la qualité des pièces produites :

- Comprendre l'impact de chaque étape du process (Fusion, Fonderie, Forge, Traitement thermique, Usinage, Contrôle qualité) sur la déformation des pièces
- Mettre en place des essais visant à déterminer quels sont les paramètres (Températures, Puissances de forge, ...) impactant la distorsion des pièces
- ★★★ • Déterminer et mettre en place des solutions en accord avec la production pour corriger et améliorer la qualité des produits

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Mise en place d'un diagramme d'Ichikawa et d'un plan d'action pour déterminer les causes responsables de la distorsion des pièces pour chaque étape du process.



CONCLUSIONS

Les premiers essais ont permis d'écartier certaines pistes n'influençant pas les déformations observées sur les pièces après TTH. L'étape de trempe semble être le point majeur concernant ces déformations aléatoires. Cependant la mise en place des tests nécessite du temps et doit s'adapter à la production. Bien que les analyses soient toujours en cours, des réglages sont à l'étude au pôle méthodes pour améliorer la qualité des pièces et identifier les solutions applicables.

Amélioration du procédé d'assemblage de pièces réalisées en Fabrication Additive (FA)

TOULOUSE INP Ensiacét



CNES – FROISSART Théodore

CHATAIGNER Laurane, IMAT

Durabilité



OBJECTIFS

Caractériser des assemblages de pièces imprimées en dépôt de fil fondu FDM

En effet, pour réaliser l'assemblage des satellites, les ingénieurs du service RI ont besoin d'outillages de plus en plus volumineux et complexes

Le procédé de Dépôt de Fil Fondu FDM

A partir d'une bobine de filament de polymère, une pièce est créée, couche par couche, selon le design choisi

Polymère utilisé : PEKK-Amorphe

Polymère thermoplastique semi-cristallin à hautes performances, il possède d'excellentes propriétés thermiques et mécaniques qui répondent aux exigences du spatial.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

1. **Veille technologique évaluant toutes les solutions d'assemblages envisageables**
Critères de sélection :
 - Résistance mécanique
 - Anticipation en CAO
 - Reproductibilité
 - Compatibilité salle propre
 - Facilité de mise en œuvre
 - Réversibilité ou non

2. **4 solutions retenues :**
 - Inserts à expansion
 - Inserts thermofixés
 - Helicoil®
 - Colle EC2216

3. **Rédaction du plan de test design et impression des éprouvettes**

4. **Réalisation des essais :**
 - Traction
 - Serrage
 - Cisaillement



CONCLUSIONS

- Développement du procédé de FDM avec le polymère PEKK-A
- Rédaction d'un plan de validation des solutions d'assemblages
- Analyse des résultats → détermination de la solution d'assemblage la plus viable et efficace pour une utilisation dans le domaine du spatial avec des polymères de hautes performances

Développement de procédés de décoration et de fabrication pour composants horlogers

TOULOUSE INP Ensiacét



RICHEMONT SA – NOIRAUD GUILHEM

COSSALTER Mathilde, IMAT

Durabilité

RICHEMONT



OBJECTIFS

ALD

Richemont utilise l'Atomic Layer Deposition (ALD) pour colorer des cadrans horlogers. L'objectif de mon stage est de réduire la dispersion d'épaisseurs des dépôts, appelée Non-Uniformité (NU), sur des pièces se situant à différentes positions dans le réacteur afin d'obtenir des pièces de couleurs identiques, sans défaut et ainsi d'étendre le panel de couleurs réalisables.

MassRéplica

Richemont utilise un procédé de fabrication semi-additive par électroformage de cuivre, appelé MassRéplica, afin de réaliser des pièces décoratives de cadrans horlogers. L'objectif de mon stage est de mettre en place ce procédé d'électroformage pour des métaux précieux tel que l'or 24 carats et d'établir des outils de caractérisation du dépôt ainsi que du bain d'électroformage.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

ALD

- Réduction de la NU de 27 % et optimum atteint.
- Meilleure compréhension de l'influence des paramètres d'entrée.
- Compréhension des flux de gaz dans le réacteur grâce à des simulations fluidiques.

MassRéplica

- Essais d'électroformage d'or 24 carats réussis sans décrochage du dépôt pendant l'essai ni défaut apparent. Qualité du dépôt très satisfaisante (force de remplissage, adhérence, brillance).
- Quantification des espèces en solution.



CONCLUSIONS

ALD

- Les dépôts ALD sont plus homogènes et répétables.
- L'optimum est atteint.
- Le panel de couleur réalisable est plus étendu et mieux maîtrisé.

MassRéplica

- Il est possible de réaliser des pièces décoratives simples en or 24 K par électroformage.

Etude de voies d'optimisation pour accumulateur Li-ion tout solide à l'échelle laboratoire

TOULOUSE INP Ensiacét



SAFT – PELÉ Vincent

DUMOULIN Benjamin, IMAT

Universitetet i Bergen (Norvège)



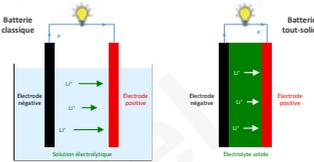
OBJECTIFS

Contexte : une des principales voies de recherche pour les **futurs batteries Li-ion** porte sur les accumulateurs « tout-solide », qui utilisent un électrolyte à l'état **solide**, et non liquide. D'une part, les risques de fuite de ce composant inflammable sont drastiquement réduits, les rendant **plus sûres**. D'autre part, grâce au freinage de la formation de dendrites de lithium par la matrice solide, du lithium métal pourrait être utilisé à terme à l'électrode négative, apportant une plus grande capacité pour un plus **grand stockage d'énergie**.

Mais ces accumulateurs nécessitent l'application de **fortes pressions** pour permettre de maintenir la circulation des ions Li⁺ et électrons aux **interfaces** entre les grains de matière. Pour être capable de viabiliser la technologie, il est nécessaire de conserver de hautes performances à des pressions réduites.

Missions : dans le cadre des travaux de l'équipe de recherche chargée de l'investigation sur les électrolytes solides type sulfures, je suis chargé de plusieurs études :

- Formulation de nouvelles électrodes négatives à base de Silicium, comprenant des **nouveaux additifs** lithiophiles. Assemblage en cellules, en boîte à gants sous atmosphère Argon, pour évaluation électrochimique.
- Modification de la procédure d'assemblage pour permettre la **réduction de la pression** appliquée en cyclage.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Optimisation d'électrode négative :

Formulation d'une encre (matériau d'électrode négative, liant polymère, solvant, additifs)

Enduction sur feuillard de cuivre, séchage, puis découpe des électrodes

AMÉLIORATION ITÉRATIVE

Analyse des performances par cyclage à courant constant et spectroscopie d'impédance (capacité spécifique, réversibilité, conductivité, rétention de capacité)

Cyclage galvanostatique

Assemblage en cellule sous pression : en demi-cellule (électrode de référence LiIn) ou en cellule complète (électrode positive NMC 811)

Manipulations en boîte à gants sous atmosphère Argon (matériaux réactifs à l'air)

Modification de l'assemblage :

- Changement de procédure
- Amortissement des inhomogénéités

La pression peut être appliquée avec plusieurs techniques lors de l'assemblage, seules ou combinées :

- Presse uniaxiale ou isostatique
- Ressorts

Les cellules sous pression ont un état de **surface hétérogène** pouvant être la source de faibles utilisations de la capacité, de polarisations importantes voire de courts-circuits.

Hétérogénéités évaluées avec un papier Fujifilm Prescale (coloration en fonction de la pression)

Evaluation de l'apport d'une **mousse de Nickel** servant de tampon

Des mesures d'**impédance** permettent ensuite d'identifier les meilleurs assemblages testés

Spectroscopie d'impédance

CONCLUSIONS

Expérimentales : Malgré un maintien intéressant des performances après ajout des additifs lithiophiles testés, il n'y a pas de nette amélioration observée. Les modifications de l'assemblage sont elles aussi non concluantes à ce stade. Des pistes d'améliorations sont envisagées pour la suite.

Personnelles : Familiarisation avec les batteries de technologie Li-ion et tout-solide. Prise en main des assemblages de cellules et des techniques d'analyse. Apprentissage de la méthodologie de travail en **R&D** au sein d'une entreprise de renom dans le secteur.

Optimisation du procédé de fabrication RTM de composites à fibres de carbone

TOULOUSE INP Ensiacét



MECANO ID – LORIAUD Vincent

GARCIA Guilhem, IMAT

Fonctionnalité

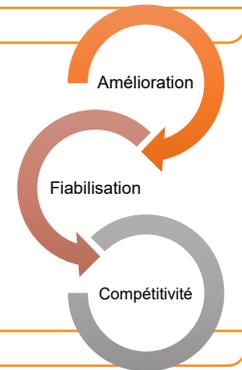


OBJECTIFS

L'amélioration continue d'un procédé industriel est nécessaire afin de le fiabiliser, de le moderniser et de gagner en compétitivité.

Pour atteindre ces objectifs, plusieurs axes d'amélioration ont été étudiés :

- Suppression d'une étape de cycle thermique sur une préforme CFRP avant injection en conservant la qualité du composite final.
- Fiabilisation du procédé par des améliorations techniques sur des points clés du procédé.
- Etude d'une automatisation des étapes d'injection et d'ouverture d'un moule pour procédé RTM.
- Le désassemblage et la réutilisation d'embouts en titane de bielles collées TA6V-CFRP.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Suppression de l'étape de préformage de tubes composites

Lors d'un drapage automatisé (AFP), la cohésion des brins est assurée par l'activation d'un voile thermoplastique présent sur les fibres de carbone. La mauvaise diffusion de ce voile dans le brin pendant le procédé entraîne la formation de défauts superficiels sur les structures en composite. Un plan d'expériences a été mis en place afin de caractériser ce phénomène de diffusion et d'optimiser un traitement en amont des étapes d'injection permettant d'empêcher l'apparition de défauts.

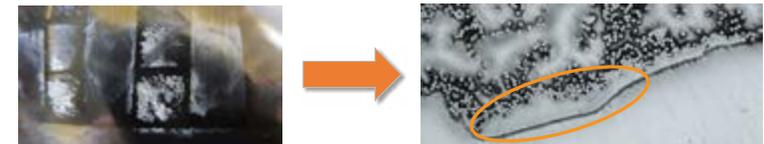


Figure 1: Observation micrographique du voile thermoplastique sur brin UD sec (à gauche) et dans une plaque composite CFRP (à droite)

Recyclage d'embouts de bielle en titane assemblés



Figure 2: Schéma de procédé de désassemblage d'un système CFRP-Epoxy-Titane

CONCLUSIONS

- Des axes d'amélioration de la chaîne de fabrication ont été ciblés et développés pour réduire le temps total de production.
- L'étude de faisabilité de récupération d'embouts en titane a permis de statuer sur un procédé efficace dont l'impact sur le substrat est quantifiable.
- L'automatisation du procédé d'injection se poursuit avec l'implémentation de capteurs et la révision des moules existants.

Ingénieur méthode pour la mise en production d'un nouveau matériau composite

TOULOUSE INP Ensiacét



AIRBUS ATLANTIC – JOSEPH Pierre-Edouard

AIRBUS

GAUD Benjamin, IMAT

Université Technique de Riga, Lettonie



OBJECTIFS

- Industrialiser une nouvelle matière première pré-imprégnée composite sur une pièce structurelle auto-raïdie d'un programme avion
- Proposer et tester des solutions techniques afin de répondre à un fluage résine important lors de la polymérisation de ce même matériau
- Analyser les caractéristiques de la pièce et pointer les risques de non qualité associés.
- Assurer le suivi de la réalisation des démonstrateurs (labo à échelle 1) et rédiger les rapports techniques associés
- Intégrer le groupe projet multifonctionnel international (MFT) pour les prises de décisions des tests à mener sur l'introduction de ce matériau en tant qu'ingénieur méthodes et leur reporter les résultats obtenus
- Comprendre les différentes méthodes de polymérisation, de moulage et de drapage et relations structures/propriétés des composites.



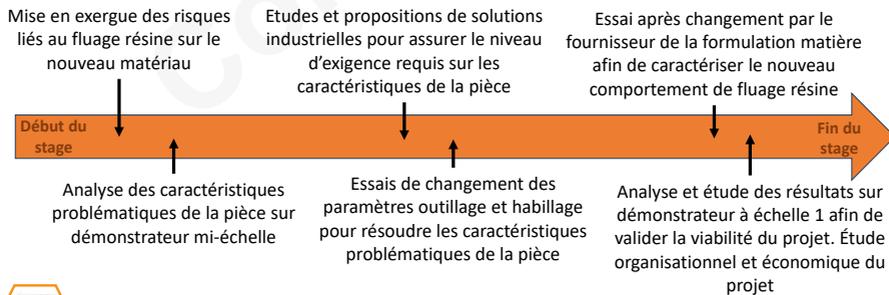
Panneau 4 raidisseurs auto-raïdi



Panneau 2 raidisseurs auto-raïdi pour tests à petite échelle



PRINCIPAUX RÉSULTATS



CONCLUSIONS

- Résultats positifs sur la maîtrise du fluage résine
- Compréhension du fonctionnement d'une structure matricielle d'un grand groupe international
- Compréhension des différents modes de mise en œuvre des matériaux composites thermocurable

Interactions métal-verre dans un électrolyseur à haute température

TOULOUSE INP Ensiacét



CEA – M. Fabien Rouillard, Andrea Quaini



GERMAIN André, IMAT

MI / Durabilité



OBJECTIFS

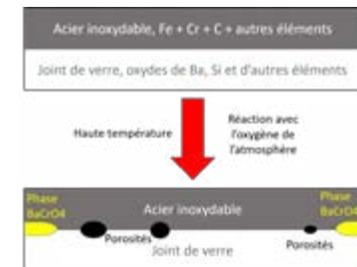
La production de dihydrogène (H₂) « vert » via l'électrolyse de l'eau est une voie importante pour la décarbonation de certaines filières industrielles notamment chimiques et sidérurgiques.

Une des technologies en développement est l'électrolyseur à haute température (EHT) qui travaille entre 700 et 800 °C. Les interconnecteurs en acier qui séparent les différentes cellules de l'EHT sont reliés entre eux par des joints en verre qui assurent l'étanchéité de l'ensemble.

L'objectif de ce travail est d'étudier les interactions entre ces deux matériaux (verre et acier) dans des conditions de travail de l'EHT afin de s'assurer de la fiabilité de l'assemblage, notamment du maintien de l'étanchéité, pendant toute sa durée de vie. Les tests expérimentaux sont couplés à des simulations thermodynamiques afin de prévoir les réactions possibles.



REVUE BIBLIOGRAPHIQUE ET DESCRIPTION DES ESSAIS



Une étude de la littérature scientifique sur le sujet suggère la formation de phases solides non souhaitées entre le verre et l'acier par la combinaison de certains éléments alcalino-terreux du verre, du chrome de l'acier inoxydable et de l'oxygène de l'environnement de travail. Ces phases présentent un coefficient d'expansion thermique très différent de ceux du verre et de l'acier (volontairement conçus pour être proches). En fonctionnement cette propriété pourrait être à l'origine de fortes contraintes dues aux cycles thermomécaniques subis par l'assemblage et mener à un endommagement des joints. L'impact de la présence d'un champ électrique sur les interactions a aussi été mis en évidence.

Les interactions sont étudiées à 850 °C pendant 1000 h sous air statique de laboratoire avec et sans champ électrique. Des échantillons d'acier ferritique avec ou sans revêtements sont empilés via des bandes de verre. Dans un des deux fours utilisés, un champ électrique est imposé entre le 1^{er} et le dernier échantillon afin de restituer les conditions de travail d'un EHT. Une prise de potentiel est prise sur chaque échantillon pour mesurer la résistivité des joints verre. La nature des zones d'interaction verre – acier sera caractérisée par différentes techniques de caractérisation (MO, MEB/EDS, Raman, ...) et comparée avec les prévisions thermodynamiques. L'influence du champ électrique sur les phases formées sera par ailleurs évaluée.

Des pastilles à base d'un mélange de poudres de verre et d'acier soumises au même traitement thermique permettront des analyses complémentaires.



Montage expérimental

Ingénieur matériaux – Composites, allègement et recyclage



SEGULA TECHNOLOGIES – Anne-Christine LOMBARDI

GIMON Aurélien, IMAT

MI / Durabilité / Master MECTS



CONTEXTE ET OBJECTIFS

En France, le secteur du transport est responsable de presque un tiers des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES). Alléger les moyens de transport est un levier pour réduire leur consommation et leurs émissions. De plus, le stock de matières premières n'étant pas infini, la création d'une économie circulaire (réutilisation, réemploi, recyclage) est vitale. Ce projet se place dans le cadre de l'allègement par l'utilisation de matériaux composites, réparables et recyclables.



Les composites permettent jusqu'à 71% d'allègement par rapport à l'acier (pour la même rigidité en flexion) et 83% avec une structure composite sandwich.



Principaux renforts des composites (adapté du Guide du Recyclage et de l'Ecoconception des Composites de l'ADEME, 2022)

- Objectifs :
1. Etudier les possibilités en matériaux d'allègement, notamment recyclés
 2. Proposer des procédés de recyclage viables
 3. Quantifier les nouvelles performances avec fibres recyclées

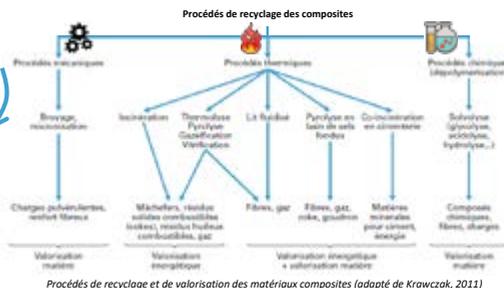
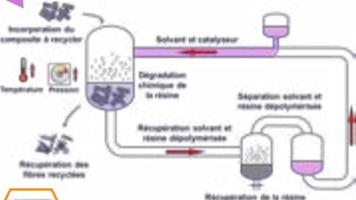
PRINCIPAUX RÉSULTATS

Afin de déterminer les procédés de recyclage les plus adaptés au projet, la méthode TOPSIS, une méthode de décision multicritères a été utilisée. La figure ci-contre partage des exemples de procédés de recyclage étudiés.

Exemple d'une méthode de recyclage :

La solvolysé (dégradation de la matrice polymère par utilisation d'un solvant dans des conditions particulières de température et de pression).

- + Bon rendement, récupération fibres et matrice...
- Mais solvants à traiter, risques HSE, faible cadence...



Procédés de recyclage et de valorisation des matériaux composites (adapté de Krawczak, 2011)

En se basant sur divers critères tels que la capacité de production (tonnes/an), les émissions de GES (CO₂eq/kg de fibres recyclées) ou encore la qualité des fibres récupérées, le classement provisoire ci-contre a été obtenu.

Procédé	Classement
Découpe haute précision	1
Lixiviation	2
Recyclage mécanique	3
Mécanique + thermocompression	4
Solvolysé	5
Vapo-thermolysé	6
Vapothermolysé + réalignement	7
Thermolysé micro-ondes	8
Pyrolyse	9

CONCLUSIONS

Bilan
Une étude sur les matériaux d'allègement et sur les pistes de recyclage ont permis d'obtenir un certain nombre de candidats potentiels.

Perspectives

- Modéliser des procédés de recyclages parmi les meilleurs candidats
- Déterminer les propriétés théoriques d'une pièce produite à partir de matières premières recyclées

Etude des variations des propriétés physico-chimiques de la macroalgue *Gelidium Corneum* (Pays Basque), en fonction des saisons, de la localisation géographique et bathymétrique.



MANTA (Marine materials) IPREM/UPPA - DE MATOS FERNANDES Susana ADRIEN Amandine



GUILLAUME-LE GALL Enora, IMAT

Biotechnical Faculty University of Ljubljana (Slovénie)

OBJECTIFS

Gelidium corneum : algue rouge concentrée en agar (polysaccharide à grande valeur commerciale) Présente sur la côte Basque.



Un projet collaboratif : *Gelidium64*

- Caractériser les champs de *Gelidium* et visualiser sa répartition (Ifremer)
- Caractériser l'activité de pêche (Capena)
- Evaluer la qualité du *Gelidium* d'un point de vue physico-chimique, en fonction des saisons et de sa répartition spatiale. (Manta)

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Variations saisonnières

- Prélèvements mensuels à Biarritz (43.4816 N, -1.56896E)
- Concentration en pigments photosynthétiques (chlorophylles et phycobiliprotéines) maximale en hiver, 4x celle de l'été. → Eau plus riche en composés azotés [1].
- Inversement, taux en carbohydrates plus élevé en été (32% contre 19% en hiver) → lié à la période de croissance de l'algue [2], à l'augmentation de la température de l'eau et de l'intensité du soleil [3].
- Peu de variations des protéines extractibles et polyphénols (propriété anti-oxydante mais faible concentration)

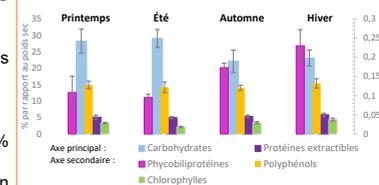


Figure 2. Variations de la composition du *Gelidium corneum* en 5 composés d'intérêts en fonction des saisons (% par rapport au poids sec de l'algue)

Variations spatiales

- Etude de la variation de la composition biochimique de *Gelidium Corneum* en fonction de :
 - Eloignement d'un émissaire (sortie de cours d'eau/station d'épuration),
 - Proximité avec la baie de St Jean de Luz,
 - Influence de la turbidité de l'eau,
 - Profondeur du champs de *Gelidium*.
- Prélèvements en plongée (-3m et -8m) sur 24 transects (T)



Figure 3. Carte du plan d'échantillonnage entre Hendaye et Guéthary (Pays-Basque) à 3 et 8m de profondeur. En rose, les échantillons dont les composés physico-chimiques ont été analysés.

Figure 4. Classification hiérarchique des composantes principales. Regroupement en cluster des échantillons prélevés sur différents transects et à différentes profondeurs, présentant des similitudes du point de vue de leurs propriétés physico-chimiques.

CONCLUSIONS

Une fois les polysaccharides extraits, le reste de la biomasse algales, est souvent considéré comme un déchet. Ces composés biochimiques présentent pourtant de nombreuses propriétés intéressantes, pour l'alimentation, la pharmaceutique ou la cosmétique, entre autres [4]. La concentration de la majorité de ces composés d'intérêt va varier en fonction de la période de l'année où le *Gelidium* est récolté, mais aussi de son emplacement géographique. Mieux comprendre cette algue permet une meilleure valorisation de la filière d'exploitation du *Gelidium Corneum* de la côte Basque française.

[1] A. V. Gualda-Ormaiztegui et al., « Nutritional value of proteins from edible seaweed *Palmaria palmata* (Gelidium) », *The Journal of Nutritional Biochemistry*, vol. 10, n° 6, p. 353-359, juin 1999.
 [2] I. Pavia, E. Lina, A. Nieto, et J. Rodríguez, « Seasonal Variability of the Biochemical Composition and Antioxidant Properties of *Fucus spiralis* at Two Atlantic Islands », *Marine Drugs*, vol. 16, n° 8, p. 248, juillet 2018.
 [3] K. Banerjee, R. Ghosh, S. Homechaudhuri, et A. Mitra, « Seasonal variation in the biochemical composition of red seaweed (*Cateneella repens*) from Gangetic delta, northeast coast of India », *J. Earth Syst. Sci.*, vol. 118, n° 5, p. 497-505, oct. 2009.
 [4] T. Mougla et B. Fernandes, « The Red Seaweed Giant *Gelidium* (*Gelidium corneum*) for New Bio-Based Materials in a Circular Economy Framework », *Earth*, vol. 3, n° 3, p. 768-813, juin 2022.

Cheffe de projet développement packaging – axe Soins



GUERLAIN – GIRARD Emma

GUTIERREZ Laura, IMAT

MI / Fonctionnalité / CONTRAT PRO



OBJECTIFS

Créée en 1828, Guerlain est depuis près de 2 siècles une prestigieuse maison de savoir-faire réalisant de sublimes créations de Parfum et de Beauté. Pour le consommateur, le packaging est primordial car il met en avant le contenu.

Le développeur packaging doit répondre aux attentes du marketing en respectant les contraintes « coûts, qualité, délais » et travaille donc en collaboration avec de nombreux corps de métiers (marketing, réglementaire, production, qualité, achats etc.)

Mon poste consistait à intervenir en support sur le développement de nouveaux packagings et à optimiser ceux existants en intégrant la notion d'écoconception à mes projets.



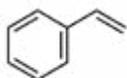
PRINCIPAUX RÉSULTATS

Identification de matériaux pour substituer les styréniques des packagings Abeille Royale.

Réduction de plastique fossile dans le sampling Guerlain.

Rechartage des primaires et étuis Abeille Royale pour moderniser la franchise.

Aide ponctuelle sur les projets de lancement.



Rédaction d'éléments documentaires dans le cadre de chaque projet : Création et/ou modification de codes, nomenclatures, fiches de spécifications techniques.



CONCLUSIONS

- Collaboration avec tous types de métiers (Achats, Marketing, Industrie, Qualité, Homologation, Logistique, Fournisseurs etc.).
- Déplacements occasionnels pour rencontrer les fournisseurs et découvrir leurs lignes de production (verrier, injecteur plastique, usine étiquettes...)
- Chefferie de projet technique et opérationnelle.
- Découverte et développement des compétences techniques pack.
- Présentations aux différents départements et à la Direction.
- Maîtrise des logiciels et process internes.

Supervision de plan d'action de sobriété énergétique



VEOLIA – ARBAUD ANGEL

HALLARD Clémence, IMAT

Universidad de Sevilla (Espagne)



OBJECTIFS

Veolia Energie France, filiale du groupe Veolia Environnement, accompagne les services publics et les entreprises dans la réduction de leur empreinte environnementale.

Le stage s'est déroulé dans le secteur de l'exploitation CVC¹. Ce dernier est en charge de la performance énergétique des installations thermiques de chauffage, ventilation et climatisation qui lui sont confiées. Pour cela, il assure à la fois la maintenance préventive et corrective du matériel, et contribue à l'optimisation de leur réglage.

Dans le cadre d'un contrat de performance énergétique signé avec la région AURA, des travaux de rénovation énergétique sur une cinquantaine de lycées ont été planifiés pour l'été 2023. Pour contribuer à leur bon déroulement, les objectifs du stage sont les suivants:

- Contribuer à la **préparation des travaux**
- Garantir le **suivi des délais et des dépenses**
- Veiller à la **conformité des travaux**
- Calculer le **gain énergétique** engendré et le **retour sur investissement** sur un des projets, considérant les éventuelles aides CEE²
- Assurer la **veille des sujets d'exploitation**



PRINCIPAUX RÉSULTATS

SUIVI DE LA MAINTENANCE

Simultanément à la supervision des travaux, j'ai dû assurer le suivi des sujets de fond de l'exploitation tel que la réalisation des opérations contractuelles de maintenance préventive et les éventuels dépannages:

- Accompagner l'activité des techniciens en passant des commandes de matériel
- Contribuer au suivi des réponses clients
- Participer aux réunions mensuelles d'exploitation

CALCUL DE RETOUR SUR INVESTISSEMENT

Projet de remplacement d'une GTC³

Consommation: 2256MWh/an	Fourniture: 180000€
Gain: 4%/an	Main d'œuvre: 1180€
Coût énergie ⁴ : 0,1043€/kWh	CEE: 95572,03€

Réduction: 9412,03€/an Investissement: 85607,97€

ROI⁵ = 9,1 ans
Les projets sont élaborés pour 15 ans environ

*En 2023. Calcul fait sans tenir compte du cours du gaz et de l'inflation

1. Définition

Identification des postes énergivores
Elaboration des solutions adaptées
Priorisation
Proposition client

2. Préparation

Négociation
Choix des sous-traitants
Chiffrage
Planification

3. Réalisation

Suivi des délais (diagramme de Gant)
Suivi financier
Visite de chantier

4. Réception

Réception
Remise DOE⁶/PV⁷ de réception
Présentation aux clients
Formalités CEE²



CONCLUSIONS

Ce stage a contribué au bon déroulement des travaux de rénovation énergétique de 2023 sur des lycées de la région AURA tout en assurant la maintenance estivale. Suite à ces améliorations sont attendues entre 1 et 7% d'économies d'énergie, selon les projets, sur les saisons de chauffe à venir.

Mes missions m'ont permises de prendre en main des **outils d'exploitation** (commandes, devis, suivi énergétique), d'enrichir mes **connaissances** sur les marchés publics d'exploitation, sur les installations de chauffage et sur le fonctionnement des CEE, et de développer des compétences dans la **gestion de projet, financière** et dans le **management d'équipe**.

¹CVC: Chauffage, Ventilation, Climatisation – ²CEE: Certificats d'Economies d'Énergie – ³GTC: Gestion Technique Centralisée – ⁴ROI: Return On Investment – ⁵DOE: Dossier des Ouvrages Exécutés – ⁶PV: Procès-Verbal

Ingénieur en Fabrication Additive Métallique

TOULOUSE INP Ensiacét

NAVAL GROUP



NAVAL GROUP – D. Guilhem

HEREIL Léandra, IMAT

MI / Durabilité / CONTRAT PRO



OBJECTIFS

- Participer au développement de la Fabrication Additive Métallique au sein du service R&D coque pour des Bâtiments de Surface militaires
- Participer à la conception/réalisation de démonstrateurs et prototypes
- Participer à la mise en œuvre et à la mise à jour des documents techniques pour la qualification de pièces de coques produites par la technologie WAAM en lien avec le Technocampus Océan
- Participer à la mise en œuvre et à la mise à jour des documents techniques pour la qualification de pièces produites par la technologie L-PBF
- Participer à l'analyse et au développement de solutions d'optimisation de conception et de production
- Créer des outils d'aide à la conception à partir d'un règlement européen.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- Création, suivi et finalisation de dossier de qualification pour des pièces avec autorisation de navigation – Technologie WAAM.
- Création d'un dossier de Qualification d'un Mode Opérateur de Soudage - Technologie WAAM.
- Création, suivi et finalisation de dossier de qualification pour la confection de pièces - Technologie L-PBF.
- Mise à disposition de fiches de solutions pour le service étude et les architectes navals.
- Réalisation et validation d'un fichier de dimensionnement relatif à un nouveau règlement européen.



© Copyright Naval Group



CONCLUSIONS

En conclusion, plusieurs jalons R&D ont pu être franchis grâce à la construction et/ou au suivi de quatre dossiers de qualification rassemblant entre autres les exigences matières, les paramétrages, les résultats et les conclusions.

Les liens entre les services études/conception et les ateliers ont été renforcées au travers de la création d'outil-catalogue. Ceci a conduit à l'optimisation des choix de conception dès les prémices des programmes.

Les architectes navals disposent désormais d'un fichier de calcul traduisant les exigences du règlement européen dont la prise en main a été facilitée.

Étude de l'effet du chrome sur le comportement mécanique et environnemental d'un alliage concentré complexe

TOULOUSE INP Ensiacét

ICMPE



Institut de Chimie et Matériaux Paris-Est – COUZINIÉ Jean-Philippe

JEAN Hugo, IMAT

Parcours Durabilité

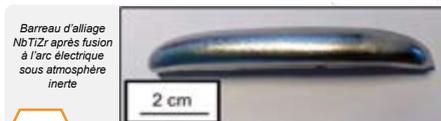
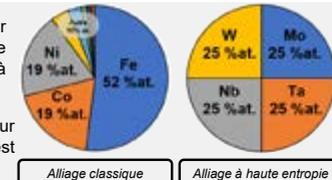
CRIPS UPEC



CONTEXTE & OBJECTIFS

Les **alliages à haute entropie réfractaires** suscitent depuis leur découverte en 2010 un fort intérêt dans la communauté métallurgique notamment en raison de leurs bonnes propriétés mécaniques jusqu'à 1000°C.

Les alliages réfractaires souffrent toutefois de faiblesses dans leur tenue à l'oxydation et l'addition contrôlée de **chrome** est envisagée comme solution pour palier à ce problème.



Barreau d'alliage NbTiZr après fusion à l'arc électrique sous atmosphère inerte

L'objectif de ce stage est d'identifier l'impact du chrome introduit en faible teneur sur les **microstructures**, le **comportement mécanique** et les cinétiques d'**oxydation** d'une solution solide de type NbTiZr.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Une première étape de ce stage consistait à déterminer la limite de solubilité de Cr dans la base équiatomique NbTiZr, puis grâce à des traitements thermomécaniques d'obtenir une microstructure homogène chimiquement et en taille de grains

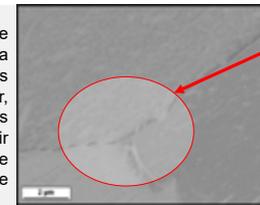
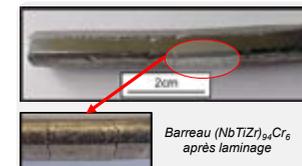


Image MEB BSE de (NbTiZr)₉₄Cr₆

L'analyse EDX de ces précipités indique la présence d'une seconde phase enrichie en Cr aux joints de grains.



Barreau (NbTiZr)₉₄Cr₆ après laminage

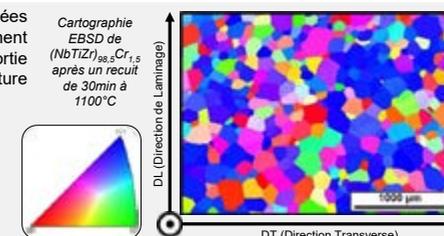
Un taux de chrome supérieur à 3%at. entraîne l'apparition d'une phase secondaire aux joints de grains fragilisant l'alliage, provoquant ainsi une rupture intergranulaire précoce lors de l'étape de laminage.



CONCLUSIONS

Les cartographies d'orientations des grains réalisées par EBSD ont montré qu'une durée de traitement thermique de quelques dizaines de minutes en sortie de laminage permettait l'obtention d'une structure cristalline proche de celle recherchée.

Avec cette information, des éprouvettes de traction recuite dans ces mêmes conditions seront réalisées afin d'effectuer les essais mécaniques et des échantillons subiront des Analyses Thermogravimétriques (ATG) afin d'étudier les cinétiques d'oxydation de l'alliage.



Manipulation des retour four sur les HSI (>3% Si)



ArcelorMittal – Alix Asselin

JURET Alexandre, IMAT

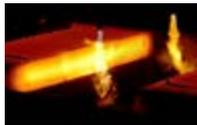
MI - Durabilité



OBJECTIFS

Les brames ne pouvant être laminées sont dites « Retour four » et son mitraillées :

- Réaliser une manipulation de retour four au Train à Chaud sur des produits HSI.
- Etude du business case : ce qui peut et pourra être sauvé
- Définition de la route à emprunter par les brames jusqu'au ré-enfournement
- Etude de risques et de faisabilité
- Modélisation numérique et par éléments finis
- Négociations avec les parties prenantes



Oxycoupage de brame à l'aciérie



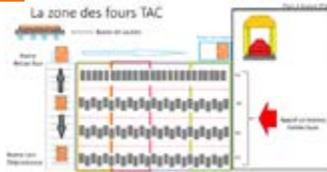
PRINCIPAUX RÉSULTATS

Etude de rentabilité :

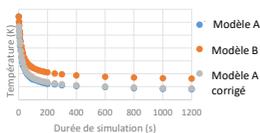
Quantité précise de brame à sauver et gain potentiel pour l'entreprise → Business case établi

Définition de la route :

À partir du défournement de la brame, son temps est compté avant d'être mise en couveuse et les conditions opératoires sont primordiales. La température du matériau au cours de la manipulation est un point critique pour les risques et faisabilité process.

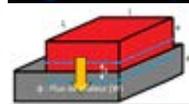
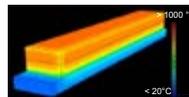


Refroidissement brame chaude



Étude de risques et faisabilité :

L'étude de risque humain porte sur la sécurité des opérateurs lors de la manipulation des retours four. Les risques process ont aussi été identifiés, des valeurs de températures, durées de séjour dans les fours et en couveuse ont pu être déterminées. Le comportement en oxydation à haute température a aussi été étudié.



Négociations avec les parties prenantes :

Matériel graphique adapté à la présentation pour divers publics, dans le but de recevoir les critiques et conseils inhérents à chaque service prenant part.



CONCLUSIONS

Les premiers résultats permettent d'établir des fourchettes de conditions permettant la faisabilité de la manipulation des retour four. On peut donner une estimation correcte du refroidissement des brames lors de la manœuvre.

Les difficultés supplémentaires liées à un incident doivent encore être prises en compte, ainsi que les considérations d'approvisionnement et négociations avec le train à chaud.

Amélioration de la qualité de vie des patients et des techniques chirurgicales au moyen de l'impression 3D



IUCT Oncopole – Pr. Agnès DUPRET-BORIES

KAWIECKI J-F, IMAT

Universita ta Malta (Malte)



OBJECTIFS

MicroLearn

Pour qui ? Chirurgiens en formation de microchirurgie vasculaire

Pour quoi ? Réduire le nombre de souris/rats utilisées pour former

Comment ?

- Comportement des vaisseaux proche de la réalité (retour chirurgiens)
- Vérification de l'étanchéité de la suture
- Vérification de l'absence de thrombose



EasySwim

Pour qui ? Patient laryngectomisé (abouchement de la trachée à la peau)

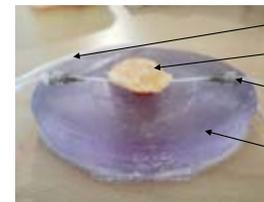
Pour quoi ? Leurs permettre de retourner dans l'eau, ou d'en approcher sans risque de noyade

Comment ?

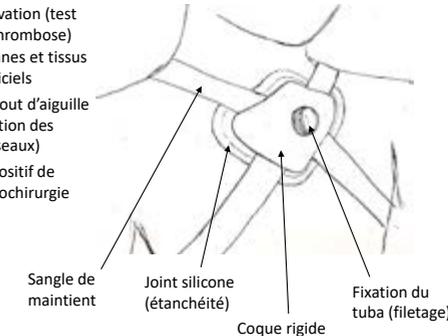
- Système installé sur le tracheostome
- Etanche à l'eau
- Adaptatif (fixation pour tuba, sécurité anti-eau)
- Ergonomique et sécuritaire (s'adapter à la morphologie du patient)



PRINCIPAUX RÉSULTATS



- Dérivation (test de thrombose)
- Organes et tissus artificiels
- Embout d'aiguille (fixation des vaisseaux)
- Dispositif de microchirurgie



- Recherche des vaisseaux par déchirement des tissus
- Poche de liquide à ne pas percer
- Dispositif adaptatif pour tous types de vaisseaux (nerf également)



CONCLUSIONS

Microlearn

- ✓ Dispositif adaptatif et stable
- ✓ Organes et tissus artificiels
- ✓ Substitut d'artères
- Système de vérification de présence ou non de thrombose
- Substitut de veines



Easyswim

- ✓ Concept
- Fabrication d'un prototype
- Proposition de tests pour les patients volontaires
- Retour des patients (efficacité, confort, facilité d'installation, ressenti...)
- Amélioration et reprise du prototype



INGENIEUR D'AFFAIRES – BUSINESS UNIT AERONAUTIQUE

TOULOUSE
INP Ensiacét

ALTEN SUD-OUEST – ANDRIEU Florent

LE DOARE Enzo, IMAT

Polytechnique Montréal
(Canada, QC)

OBJECTIFS

L'ingénieur d'affaires ALTEN est le manager de ses consultants ingénieurs travaillant sur des projets technologiques à hautes valeurs ajoutées. Il a particulièrement 3 rôles principaux :

- **Recrutement** : Trouver de nouveaux talents afin qu'ils rejoignent ses équipes.
- **Management** : Suivi de l'intégration, du parcours et de l'évolution de ses consultants
- **Développement commercial** : Prospection client, compréhension des enjeux du secteur d'activités et des métiers.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Montée en compétence sur l'ensemble des aspects du métier d'Ingénieur d'Affaires. Elle s'effectue en 3 phases avant d'être autonome :

- 1^{ère} phase (1-2 mois) : Audit de Business Managers Expérimentés pour apprendre le métier
- 2^{ème} phase (1 mois) : Apprentissage en pratiquant
- 3^{ème} phase (3 mois) : Autonomie

Résultats personnels :

- Compréhension des enjeux du secteur aéronautique
- Découverte de beaucoup de métiers de cette industrie et des compétences associées
- Apprentissage du métier d'Ingénieur d'Affaires

Recrutement et management :

- Recrutement de 4 ingénieurs et suivi de leur intégration sur les projets

Développement commercial :

- Rencontre avec plus de 20 clients du domaine aéronautique

CONCLUSIONS

Le manager ALTEN doit être capable de recruter et de manager des ingénieurs. Il doit également posséder un tempérament d'entrepreneur afin de développer son portefeuille commercial et pérenniser la relation avec ses clients.

C'est un stage très riche avec de fortes responsabilités, ce qui m'a particulièrement plu.

Développement et fonctionnalisation d'une surface antithrombotique pour poumon artificiel

TOULOUSE
INP Ensiacét

Institut Européen des Membranes – BECHELANY Mikhael

LECLERC Audrey, IMAT

Fonctionnalité



OBJECTIFS

Dans le cadre d'un projet consistant en l'élaboration d'un poumon artificiel, l'entreprise EdenTech est en charge de la conception d'un oxygénateur. Au sein de ce dernier, on retrouve à la plus petite échelle des micro unités. C'est dans ces micro unités, actuellement formulées en PDMS (Polydiméthylsiloxane), que le sang des patients va circuler. Cependant le contact avec ce matériau va amorcer la coagulation, empêchant la circulation correcte du sang. Le principal objectif de ce projet est donc de développer un revêtement anticoagulant à base d'héparine, l'anticoagulant le plus utilisé en médecine, et ainsi de résoudre ce problème.

ETAPE N°1

Recherche d'un protocole de fixation d'héparine

ETAPE N°2

Premières fixations sur PDMS

ETAPE N°3

Caractérisation de la surface du PDMS

PRINCIPAUX RÉSULTATS

- Choix d'un protocole de fixation d'héparine contenant peu de produit protocole économique et rapide
- Remise en question du PDMS à cause de sa stabilité -> lorsqu'on le traite pour qu'il devienne hydrophile ou qu'on y fixe des polymère hydrophile, il redevient hydrophobe après peu de temps

Nom de l'échantillon	Angle de contact (°)
PDMS	107,75
PDMS 30 min après traitement plasma	Complètement hydrophile
PDMS 24 h après traitement plasma	94,65
PDMS après fixation d'acide acrylique	96,78

Mesure d'angle de contact sur la surface du PDMS après différents traitements

- Etude bibliographique sur l'amélioration de la stabilité du PDMS
 - Premières recherches : 21 jours de stabilité maximum

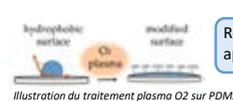


Illustration du traitement plasma O2 sur PDMS

Retour à l'hydrophobicité après quelques heures

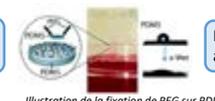
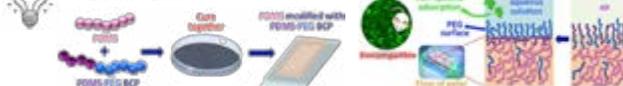


Illustration de la fixation de PEG sur PDMS

Retour à l'hydrophobicité après quelques jours

- Recherches plus approfondies : jusqu'à 20 mois de stabilité grâce à l'ajout d'un copolymère PDMS-PEG au PDMS



Retour à l'hydrophobicité après plusieurs mois

- Réflexion à propos de l'utilisation du protocole de fixation d'héparine sur le nouveau matériau

CONCLUSIONS

Nous pensons rapidement trouver une fixation convenable puis passer aux étapes d'optimisation du protocole, malheureusement les problèmes de stabilité du PDMS ont ralenti nos recherches. Cependant, l'utilisation d'un copolymère PDMS-PEG semble être la solution la plus adaptée à ce problème. Ainsi, les recherches sur le protocole de fixation d'héparine vont pouvoir continuer avec ce nouveau matériau.

Prédiction de force de laminage en queue de produit



ArcelorMittal – DUJARRIER

MABON Louis, IMAT

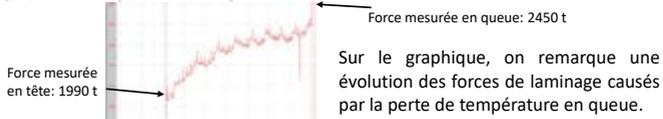
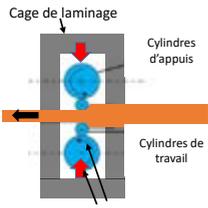
Durabilité



OBJECTIFS

Lors du laminage à chaud, plusieurs calculs, dont un de force, sont lancés pour prévoir les efforts subis par la cage de laminage. Cependant ces calculs sont seulement réalisés sur la tête du produit lors de son passage dans la cage. Or, la queue du produit, ayant attendu plus longtemps avant d'être laminée, a perdu en température et est maintenant plus dure à laminier que la tête. Cet accroissement de force est tel sur certains produits que cela pourrait endommager la cage de laminage.

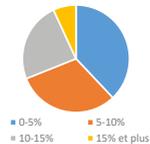
L'objectif de ce stage est de modéliser les forces en queue de produit pour préserver l'installation.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Pour vérifier l'exactitude et la cohérence du modèle en queue, on peut comparer la valeur fournie par le modèle et celle prise par les capteurs lors du passage de la bande. Les plus grosses élévations de force se faisant sur la cage 1, on compare les valeurs mesurées et calculées sur cette cage. A l'heure actuelle, le calcul en queue n'est pas mis en production, il ne peut donc se faire que sur un nombre limité de produits.

% écart entre modèle et valeurs mesurées



Sur le nombre limité de produits que l'on a pu tester, plus de 69% des essais réalisés avaient une erreur relative inférieure à 10%. On remarque cependant que 7% des essais ont donné plus de 15% d'erreur relative entre la mesure et le modèle.



CONCLUSIONS

Le calcul de force en queue de bande est encore en phase expérimentale. Cependant, des modifications ont déjà été réalisées dans le programme actuel du process pour pouvoir accueillir ce calcul. A terme, une fois que le calcul en queue de bande est définitivement installé, il sera utilisé sur tous les produits créés sur le site de Dunkerque :

- Protection active de l'outil de production en levant une alarme en cas de prévision de force trop élevée
- Optimisation des faisabilités techniques
- Maintenance et amélioration du modèle

Ingénieur Supply Chain



SOLVAY – Pascal BARBIER PUENTE

MAGNE Elsa, IMAT

GSI / ISI



OBJECTIFS

Le site de Solvay La Rochelle est spécialisé dans la séparation et la purification des Terres Rares. Rattachée au service Logistique – Supply Chain, des missions de deux types m'ont été confiées :

Mission 1 : Mettre en place une démarche de réduction du lead time du processus logistique.

Ce projet s'inscrit dans une dynamique globale du site de La Rochelle qui souhaite réduire de 30% son Lead Time.

Ma mission est ciblée au service logistique. En utilisant la méthodologie DMAIC (Define, Mesure, Analyser, Améliorer, Contrôler), l'objectif est de mettre en place des mesures pour être plus réactif auprès des clients grâce à des outils statistiques et l'implication des équipes.

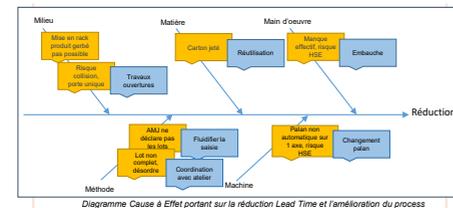
Mission 2 : Dimensionner les nouveaux flux entrants et sortants de l'entrepôt logistique et construire des propositions d'organisation.

L'objectif est de réunir des savoirs théoriques via de la documentation afin de choisir le modèle le plus adéquat à la projection des flux à court et moyen termes.

Ma mission est de réaliser cette recherche bibliographique et de simuler les différents scénarios imaginés, en quantifiant les besoins en matières premières et les stocks de sécurité nécessaires.



PRINCIPAUX RÉSULTATS



Actions retenues pour réduire les délais et améliorer la fiabilité du processus :

- ✓ Mise en place d'un outil digital pour obtenir le lead time en temps réel ;
- ✓ Réorganisation de la zone de stockage dans les ateliers de production ;
- ✓ Coordination de la déclaration de lot dans les ateliers de production ;

D'autres actions en faveur de l'environnement sont étudiées, comme la réutilisation du carton en bon état.

1. Modèle théorique :

- Etablir les hypothèses de la simulation car le projet est à un stade préliminaire ;
- Choisir la méthode de calcul qui correspond au mieux aux contraintes du terrain ;



2. Simulation du nouveau flux de matière première :

Etablir une simulation Excel afin de quantifier les besoins en matières premières et le stock de sécurité ;



3. Formulation des propositions d'organisation :

L'entrepôt n'étant pas en mesure d'absorber le nouveau flux, une solution de sous-traitance d'approvisionnement en matière première est envisagée. Plusieurs scénarios sont possibles, notamment sur la gestion des stocks de sécurité.



4. Analyse de faisabilité par les autres unités de l'usine



CONCLUSIONS

Pour le projet de réduction de Lead Time, les actions mises en place permettent de fiabiliser le processus en diminuant le risque d'erreur ou de détérioration des palettes; et en facilitant le travail des opérateurs; tout en respectant les spécifications clients (FIFO, filmage spécifique etc.).

Pour le dimensionnement de l'entrepôt, différents acteurs doivent étudier la faisabilité du projet.

Composite technique biosourcé matrice polymère 3D « verte » / renfort continu de bambou



CIRIMAT – Colette LACABANNE & Éric DANTRAS

MANGERET Gautier, IMAT

MI / Durabilité
Master MECTS



OBJECTIFS

Contexte : Substitution des composites techniques organiques à matrice pétrosourcée et renforts synthétiques trouvant une application dans le secteur aéronautique (cabines d'aéronef).

- ❖ Déterminer le comportement physique par analyses calorimétriques de la matrice 3D biosourcée et déterminer ses propriétés mécaniques en cisaillement
- ❖ Réaliser les composites matrice polyépoxy biosourcée / renforts de bambou
- ❖ Évaluer l'impact de l'introduction des renforts de bambou dans la matrice sur le comportement thermomécanique du matériau
- ❖ Évaluer l'impact de la morphologie des renforts de bambou (ruban et fibre) sur le procédé de mise en œuvre des composites ainsi que sur le comportement thermomécanique du composite



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Plage de stabilité thermique réduite et prise en eau d'environ 3% en masse pour le composite ruban

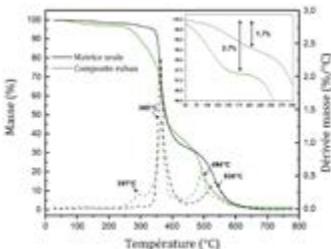


Figure 1 : Thermogrammes ATG sous air de la matrice seule et du composite ruban / zoom sur la perte de masse liée au départ de l'eau

Amélioration du module mécanique en cisaillement après l'introduction des renforts de bambou

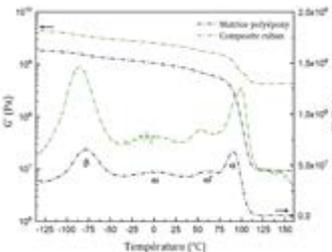


Figure 2 : Thermogrammes d'Analyse Mécanique Dynamique (AMD) de la matrice seule et du composite ruban

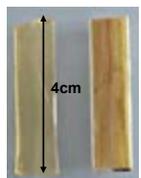


Figure 3 : Matrice polyépoxy seule (gauche) et composite ruban de bambou (droite)



CONCLUSIONS

- ❖ L'introduction de rubans dans la matrice réduit la plage de stabilité thermique du matériau et accroît son affinité avec l'eau
- ❖ Les propriétés mécaniques en cisaillement sont améliorées (modules vitreux et caoutchoutique)
- ❖ Comparaison des propriétés mécaniques et thermiques (stabilité et transitions thermiques) des composites entre les morphologies ruban et fibre à venir

Study of Hydrogen embrittlement susceptibility of low carbon-steels under Hydrogen environment for the energy sector



OCAS NV/ ArcelorMittal R&D Gent – Marc-Antoine Thual

Milanese Léo, IMAT

Durabilité



OBJECTIVES

Pipelines is a very cheap and efficient way for transporting large volumes of hydrogen gas. But to use it on a large scale for the growing hydrogen economy, it is necessary to **better understand the susceptibility of pipeline materials to hydrogen embrittlement (HE)**.

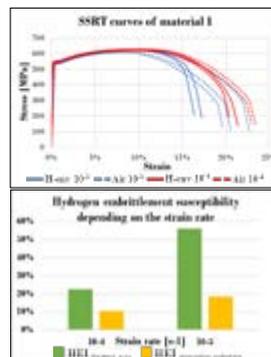
The **aims** of the current internship is to:

- **Determine the mechanical property degradation via in-situ slow strain rate tensile testing (SSRT)** on different types of low carbon steels (≠ chemistry; strength or format) in air and under electrochemical hydrogen charging.
- **Understand the fracture process (initiation site and crack propagation)** using Microscopy observations (**optical & SEM**).
- Make the link between the **microstructural features** and **Hydrogen embrittlement susceptibility of the tested materials** (Microstructure, Composition, Grain size, Amount of dislocation...) and **determine which microstructural feature is controlling The resistance to hydrogen embrittlement**.



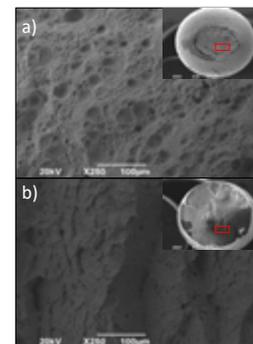
RESULTS

Determination of the working strain rate



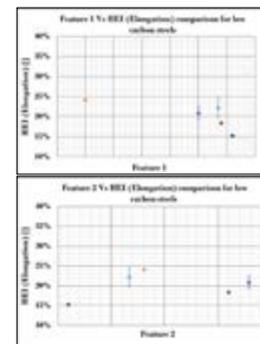
A 10⁻⁵ strain rate gives highest HE because it lets more time to Hydrogen to diffuse in the material. A slower strain rate will allow to better compare the H-susceptibility of the tested materials.

Fractographies study



Hydrogen modifies the fracture behavior. SEM images of a same material showing a ductile behaviour in air (a) with dimples, and a brittle behaviour in H-environment (b) with cracks and larger quasi cleavage area.

First correlations between microstructure and HE susceptibility



These graphs are preliminary results (more materials are being tested) but already show that certain feature might have relationship with the HE susceptibility [feature 1] and some others don't [feature 2]. More features will be looked at and are being quantified at the moment.



CONCLUSIONS AND OUTLOOK

- In order to treat the data, early in the internship, a **routine was created to quickly and efficiently process the raw tensile test data** and obtain the necessary information (Elongation at fracture; Ultimate Tensile strength; Yield Strength...).
- The **working strain rate** was chosen to be equal to 10⁻⁵ s⁻¹. The higher values for the HE indexes at lower strain rate provide a **better distinction between the different materials** and should make it **easier to read potential trends between material properties and susceptibility to hydrogen embrittlement**. This result confirms that that **HE susceptibility is greatly influenced by the strain rate**.
- **Fractography observations** confirm that the **fracture in air are ductile while the fractures in H-environment are quasi-cleavage like**. For each material tested in H-environment, we are **looking for the initiation sites to better understand the fracture mechanisms**. Additionally, **longitudinal cross sections on selected broken samples will be studied**. Quantification of the embrittled surface area is planned.
- A general chart has been built. This tool will allow to plot any feature of a material Vs its HE susceptibility. This chart is fed with results obtained in parallel of this internship (for example, quantification of the microstructure with the grain size, dislocation density, etc...). For some microstructural features, our preliminary results show **first tendencies which is quite promising for the rest of the internship**.

C2 - Confidential

Développement des procédés de transformation des pièces vertes obtenues par injections et FA en pièce composite



SAFRAN CERAMICS – BECHELANY Mirna

MONDINE Yohann, IMAT

MI / Fonctionnalité



OBJECTIFS

Safran

Troisième acteur mondial du secteur aéronautique.

Safran Ceramics

L'un des leaders mondiaux dans le domaine des composites à Matrice Céramiques (CMC)

- L'objectif principal est de **réduire la consommation de carburant** des avions civils et militaires, en remplaçant les super alliages par des **composites céramiques** (densité plus faible, ténacité supérieure et meilleure résistance à la température).
- Développement d'un **nouveau type de composite céramique** plus adapté pour les pièces **complexes** et de **petite taille** (à renfort discontinu).
- Développement et optimisation du procédé de transformation d'une pièce obtenue par injection ou FA en pièce brune (**déliantage**).



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- La mise en forme du composite est réalisée par **injection** ou par **impression 3D** à l'aide d'un **liant thermoplastique**.
- L'étape de **déliantage** permet ensuite d'éliminer ce liant par montée en température et par effet capillaire sur un substrat poreux. C'est une **étape complexe** et extrêmement **sensible** où de nombreux paramètres sont à prendre en compte.
- Le matériau et le procédé de mise en œuvre de la pièce peut impacter son comportement au déliantage, il est donc primordial de maîtriser l'ensemble des **phénomènes physico-chimique** mis en jeu à chaque étape du procédé.
- A partir des notions théoriques et d'un **plan d'expérience**, les paramètres optimaux sont déterminés et validés par différentes **caractérisations** (Tomographie X, MEB, mesure de densité, Microscope Numérique ...) afin de vérifier la **santé matière** des pièces déliantées (figure 1)).

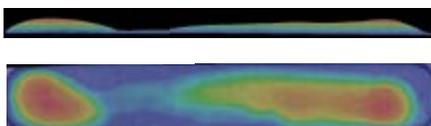


Figure 1 : Observation au microscope numérique des défauts superficiels d'une éprouvette CMC post déliantage.



CONCLUSIONS

Ce stage m'a permis d'approfondir mes connaissances sur les matériaux composites céramiques et de confirmer mon attirance pour la Recherche et Développement. Globalement, ce stage a permis de comprendre les différents phénomènes mis en jeu dans le procédé de déliantage, mais également de définir une procédure claire et adaptée pour les pièces complexes et de petite taille.

Chargée de mission ACV éco-conception



AMULIS – CHARLINE CLERGET

PAYAN Caroline, IMAT

Fonctionnalité / CONTRAT PRO



OBJECTIFS & MISSIONS

Amulis est une entreprise spécialisée en écoconception, management de la créativité et intelligence économique.

Mes missions
Contribuer au développement de cette structure dynamique et engagée au travers d'activités diversifiées.

- Réalisation d'une **étude environnementale, ACV** avec revue critique d'un **procédé de recyclage innovant**, et des **produits obtenus**
- Accompagnement et formation de 3 entreprises** dans la mise en place d'une **démarche globale d'écoconception** (domaine éclairage et gobelets/gourdes réutilisables)
- Participation au déploiement de notre Serious Game 8co-concept : **Animation de séance de créativité, vente**



Making Durable



PRINCIPAUX RÉSULTATS

RÉSULTATS DE LA MISSION 1

ACV réalisée selon les principes de la norme ISO 14040 et les exigences de la norme ISO 14044.



Obtention des données environnementales d'un procédé de transformation de matières non valorisables par ACV

Comparaison de l'intérêt environnemental avec les produits classiques du marché



Obtention de l'empreinte environnementale des produits obtenus avec le procédé

Planches & piquets Fabriqués grâce à la solution REPLACE



CONCLUSIONS

1 Etude encore en cours

Se confronter à la réalité du terrain : temps de récolte des données, mise en relation tous les acteurs d'un projet (fabricant du procédé, fournisseurs, clients de la solution, jurys de revue critique)

Des résultats concrets sur les impacts environnementaux des produits :
- Choix de solutions durables
- Guide la stratégie d'innovation, amélioration continue

Des entreprises formées, autonomes pour étendre la démarche à tous leurs produits

Formulation d'une barbotine de céramique et amélioration du procédé de fabrication

TOULOUSE INP Ensiacét



TEKNIMED – Karline PASCAUD



RAYNAL Camille, IMAT

MI / Fonctionnalité

OBJECTIFS



ETUDE RHÉOLOGIQUE ET FORMULATION DE BARBOTINES

- Etude des facteurs qui influencent la viscosité.
- Détermination des paramètres intrinsèques au liant (nature et concentration).
- Etude granulométrique des matières premières.

OPTIMISATION DU PROCÉDÉ DE PRODUCTION

- Etude comparative de 2 procédés de mélange de barbotines.
- Essais de validation d'un nouveau procédé de mélange.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

1/ Identification des principaux paramètres qui influencent la viscosité de la barbotine :

Conditions opératoires

- Température
- Humidité
- Vitesse de mélange

Composition

- Quantité de matière première
- Nature et concentration du liant
- Nature et concentration du dispersant

Granulométrie

- Distribution granulométrique de la matière première
- Morphologie des grains

2/ Etude comparative de 3 liants : Suivi de viscosité de la barbotine en fonction de la concentration en liant. Le candidat le mieux adapté peut ainsi être sélectionné.



3/ Etude de l'influence de la viscosité sur les propriétés du produit fini :



Viscosité trop faible ou trop élevée : problèmes d'imprégnation, produit fini présentant des défauts.
Viscosité intermédiaire : produit homogène.

CONCLUSIONS

FORMULATION D'UNE BARBOTINE

- Sélection d'un liant et définition de sa concentration.
- Choix d'une tranche granulométrique de matières premières.
- Définition d'une gamme de viscosité.

PROCÉDÉ DE MÉLANGE

- Définition des paramètres d'un nouveau procédé de mélange.

Formulation de plastiques recyclés à fort potentiel technique

TOULOUSE INP Ensiacét

VEOLIA – Yannick Gourbeyre



Remonet Ludovic, IMAT

MI / Fonctionnalité

OBJECTIFS

Déchets plastique en France 2020



Source: Plastics the Facts 2022, Plastics Europe

- > 3,5 millions de tonnes de déchets plastiques chaque année en France. => Engagement veolia: 610 000 tonnes de plastique recyclé dans nos usines d'ici 2023.
- > Principal moyen utilisé par veolia: **recyclage mécanique**, valorisation matière, pas de destruction de la structure chimique, mais modifications des propriétés physiques possible.
- > Le **polypropylène** est l'un des plastiques les moins chers, et le plus communément utilisés (Emballage, automobile...). => **Enjeu veolia: Proposer une matière première secondaire à plus forte valeur ajoutée en jouant notamment sur une plus haute technicité.**
- > Certaines applications de ce matériau demandent une bonne **résistance au choc** notamment à basse température, l'objectif est alors d'optimiser cette propriété tout en conservant les autres caractéristiques mécaniques comme le **module de rigidité** par exemple.
- > Ces propriétés étant **antagonistes**, la mise en place d'un **plan d'expérience** semble être la meilleure solution pour optimiser les **compromis**.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

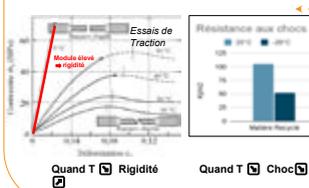
I-Bibliographie: Quels sont les paramètres impactant la propriété choc à froid?

- Utilisation d'Elastomère comme agent Anti-Choc [✓]
- Optimisation de la cristallinité du polypropylène avec des agents de nucléation [✓]
- Taux de Polyéthylène (autre polyoléfine pouvant être présent comme impurité) [✓]

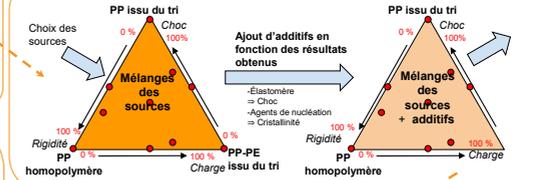
IV-Caractérisation:

- Physico-chimique :**
 - Calorimétrie
 - Taux de charge
 - Densité
 - Infrarouge
- Mécanique:**
 - Traction
 - Flexion
 - Choc à 20°C
 - Choc à Froid

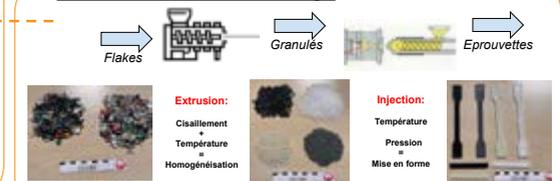
Influence de la température sur les propriétés mécaniques



II-Mise en place d'un plan d'expérience : Trouver un compromis Choc/Rigidité



III-Formulations et mise en forme des mélanges



CONCLUSIONS

Les techniques de recyclage mécanique sont **peu énergivores** et n'utilisent **pas de solvant**. Elles apportent une solution de valorisation appropriée au recyclage des matières plastiques. En s'appuyant sur des stratégies de formulation appropriées, il est possible d'obtenir des matières recyclées avec un **grade technique** élevé.

- > **Des possibilités existent** pour améliorer la tenue au choc du polypropylène, les appliquer sur une matière recyclée à basse température est un challenge
- > L'amélioration de la tenue au choc se fait généralement au détriment de la rigidité du matériau.
- => Trouver le **meilleur compromis** entre ces deux propriétés à l'aide de **formulations adaptées** (choix des sources, % d'incorporation, additifs...)

Étude du lien procédé – microstructure – caractéristiques mécaniques pour un superalliage γ/γ'

TOULOUSE INP Ensiacét



Aubert & Duval – El SABBAGH Alexandre

RICHARD Julien, IMAT

Matériaux innovants / Durabilité

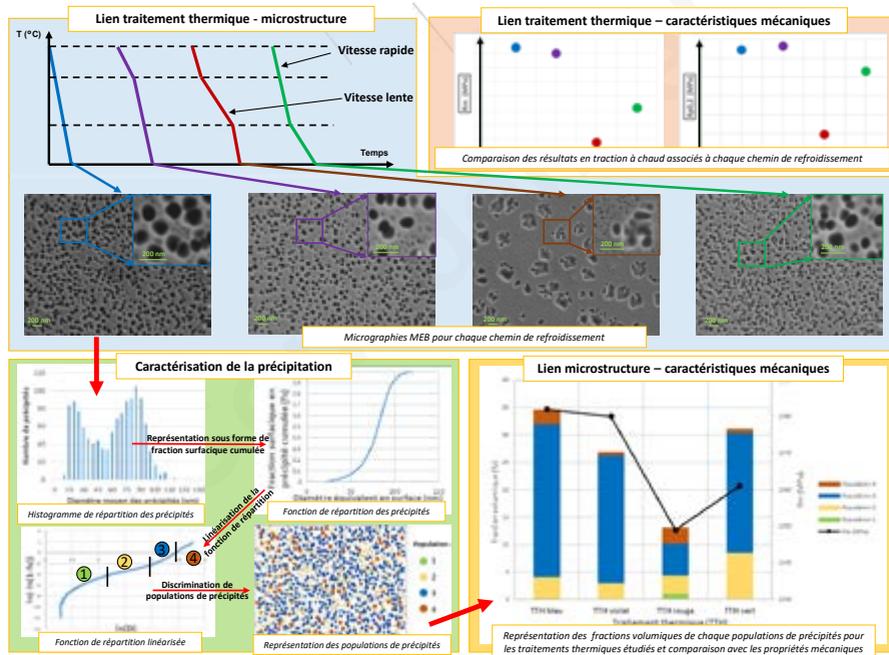
AUBERT & DUVAL

CONFIDENTIEL

OBJECTIFS

- **Déterminer une nouvelle méthode de caractérisation des précipités** : Caractériser leur dispersion, leur multimodalité et en faciliter la modélisation.
- **Faire le lien entre le chemin thermique suivi et la microstructure de l'alliage** : Effet des variations de vitesse de refroidissement pendant la précipitation.
- **Établir le lien entre la microstructure et les propriétés mécaniques** : Prise en compte de différentes classes de précipités et de leur contribution aux propriétés mécaniques.

PRINCIPAUX RÉSULTATS



CONCLUSIONS

- Les différents chemins de refroidissement étudiés permettent de montrer quelles sont les plages de l'intervalle de précipitation les plus déterminantes et leurs influence sur les propriétés mécaniques de l'alliage.
- L'étude de la contribution de chaque population (indépendamment des autres) aux caractéristiques mécaniques n'a pas permis de distinguer clairement une population comme étant celle qui contribue le plus au durcissement de l'alliage. Il conviendrait ainsi de compléter le modèle avec des données supplémentaires pour en vérifier la pertinence.

Étude du vieillissement hygrothermique d'un matériau composite

TOULOUSE INP Ensiacét



SEGULA TECHNOLOGIES – ANNE-CHRISTINE LOMBARDI

SAINT-AGUET Lucas, IMAT

MI / Fonctionnalité

SEGULA TECHNOLOGIES

imip

OBJECTIFS

Dans un souci d'amélioration de performances, de baisse du pouvoir d'achat et de sensibilité écologique, les acteurs du transport cherchent des alternatives notamment pour alléger les véhicules. Cette diminution se faisant en deux étapes : en optimisant l'architecture du véhicule et dans la recherche de nouveaux matériaux composites, légers et de hautes performances mécaniques.

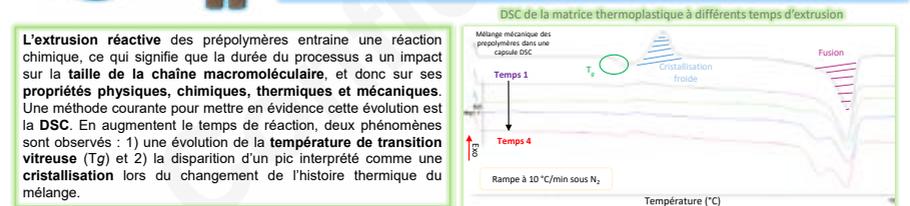
Le projet de recherche auquel ce stage est rattaché vise à étudier le vieillissement hygrothermique (humide) d'un matériau composite constitué d'une matrice thermoplastique et de renforts fibreux naturels. Ce stage se concentre spécifiquement sur l'étude d'une matrice thermoplastique afin de mieux comprendre l'évolution de ses propriétés au fil du temps. Cela a pour but final de simuler l'utilisation d'une voiture en condition réelle sur le long terme, avec les variations de chaleur et d'humidité, en fonction des saisons et des différents climats mondiaux.

Le projet s'articule autour de plusieurs étapes clés :



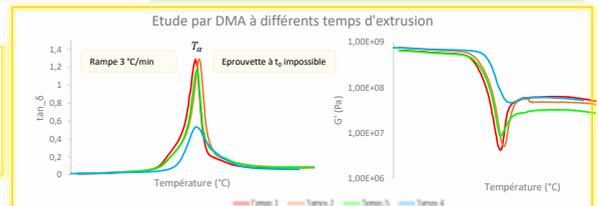
PRINCIPAUX RÉSULTATS

La première étape expérimentale consiste à fabriquer des échantillons à partir de 2 prépolymères réactifs qui seront ensuite soumis à une batterie de tests afin d'évaluer leurs propriétés initiales. Leur réactivité et leur nature cristalline représentent un défi majeur dans l'établissement des conditions de fabrication via extrusion et son injection. Une approche empirique a permis de déterminer les conditions opératoires adéquates pour obtenir des éprouvettes en forme d'halètes.



Kolesov, I.; Andrasch, R. The Rigid Amorphous Fraction of Cold-Crystallized Polyamide 6. *Polymer* 2012, 53 (21), 4740–4777. <https://doi.org/10.1016/j.polymer.2012.08.017>.

La DMA est une analyse thermomécanique qui permet de mesurer les températures de relaxation (T_α) ainsi que l'évolution des modules de cisaillement du matériau (G'). L'étude sur le G' et la tan δ permettent de comprendre l'évolution des macromolécules au long de la réaction.



CONCLUSIONS

- Les différentes études des paramètres ont permis d'établir un cycle de procédé et une méthodologie visant à minimiser la présence d'imperfections dans les échantillons. Cela garantit la possibilité d'exploiter les analyses mécaniques de manière optimale.
- Les résultats obtenus sont complémentaires, ce qui permet de voir l'évolution dans la taille de la chaîne macromoléculaire. En effet, le facteur d'amortissement (tan δ) montre une diminution de la mobilité moléculaire en accord avec les résultats de DSC, indiquant une progression de la réaction et donc une augmentation de la T_g.

Formulations d'électrodes négatives pour batteries Sodium-ion



RENAULT GROUP – ADRIEN MÉRY

SIRDEY Paul, IMAT

MI / Fonctionnalité

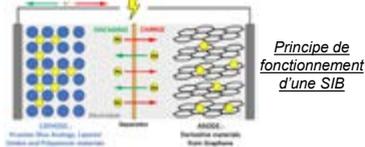


OBJECTIFS

Renault est un constructeur automobile français qui existe depuis 1898. A travers son alliance avec Nissan et Mitsubishi, le Groupe Renault est le 4^{ème} groupe automobile mondial en terme de ventes de véhicules en 2022.

Face à l'épuisement des ressources présentes dans les batteries Lithium-ion (LIB) et l'augmentation du prix de ces dernières, les constructeurs automobiles cherchent de nouvelles alternatives. Les batteries Sodium-ion (SIB) pourraient être une de ces alternatives, notamment face à l'épuisement des ressources. Le sodium, l'un des éléments les plus abondants sur Terre, n'est pas une ressource critique, contrairement au lithium. L'exploiter en tant que matériau de batterie permettrait de réduire le coût des matières premières, et donc potentiellement le coût total de ces batteries.

Le graphite, utilisé comme matériau d'électrode négative dans les batteries au lithium ne peut pas être utilisé dans les batteries au sodium. Il est remplacé dans ces dernières par un autre matériau carboné : le **Hard Carbon (HC)**.

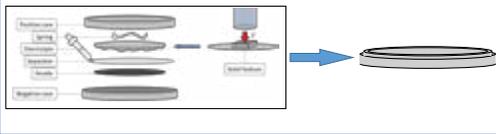


Ce stage vise à étudier le Hard Carbon en tant que matériau d'électrode négative pour SIB et de faire le lien entre **performances électrochimiques** et **propriétés physico-chimiques** du matériau.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

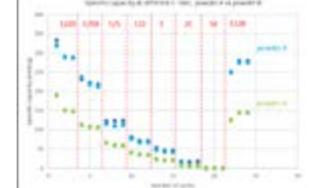
Assemblage des piles boutons (PB) :



Caractérisations :

Des analyses thermogravimétriques du HC sont réalisées afin de détecter la présence de matériaux organiques et d'humidité d'une telle poudre. D'autres analyses (BET, Raman, granulométrie laser...) sont également réalisées pour caractériser le HC.

Electrochimie :



Des cyclages sont réalisés à différents régimes de charge/décharge. En sont déduits la stabilité dans le temps, les capacités spécifiques, l'ICE (Initial Coulombic Efficiency), ainsi que le comportement des cellules à différents régimes de courant.



CONCLUSIONS

Les 1ers résultats mettent en évidence que le Hard Carbon est capable de présenter des capacités spécifiques intéressantes à faible courant. Les propriétés électrochimiques des Hard Carbon dépendent fortement de leurs propriétés physico-chimiques. La porosité, la taille des particules, la composition des poudres, leur structure et densité auront un impact direct sur leurs capacités électrochimiques.

Confidential ©

Characterization of materials by image analysis



SAINT-GOBAIN RESEARCH PROVENCE – Julien Moriceau

TAKAHASHI Kento, IMAT

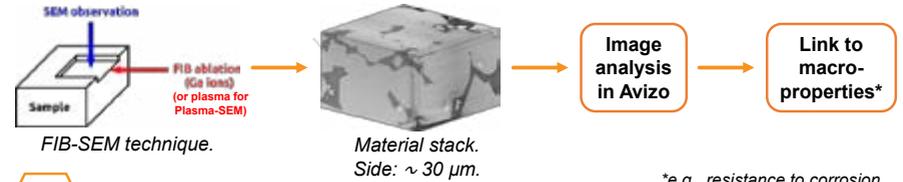
Lund University, Sweden



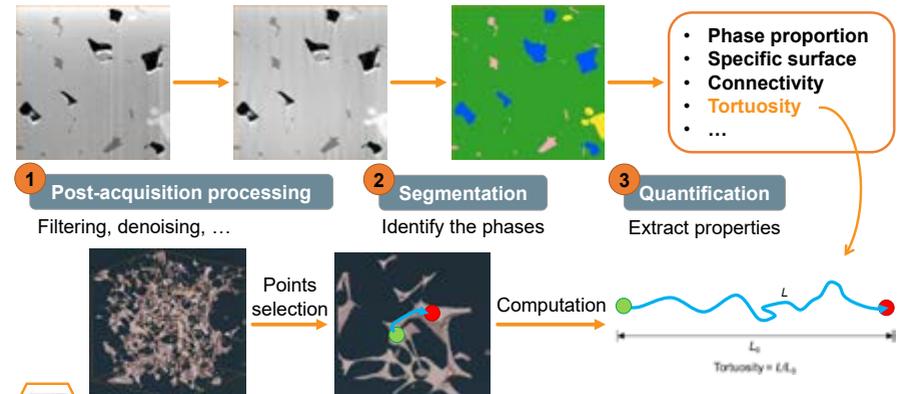
GOALS

- Analysis of **FIB-SEM** and **Plasma-SEM** acquired 3D stacks of **refractory materials for glass melting furnaces**.
- Obtain precise **quantitative data** on the analyzed materials.
- Develop **efficient and rapid** image analysis methods.

- Use of **Avizo** (image analysis software).
- **Python** modules for quantification.



MAIN RESULTS



CONCLUSIONS

- **Efficient, precise and automated** method → can be applied to new stacks.
- **Results consistent** with previous works.
- **8 FIB-SEM** and **2 Plasma-SEM** stacks **treated and compared**.
- Much faster method: **1 week before** → **up to 2 days now**.
- Prospects: Use of **Machine Learning** to automate the Segmentation step.

Validation expérimentale de modèles de transformation au refroidissement et de revenu pour le soudage des aciers C-Mn.



Électricité de France – Flore Villaret

VERRIER Hugues, IMAT

Matériaux / Durabilité



OBJECTIFS

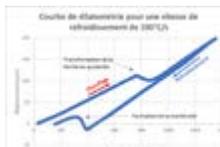
Le service de R&D d'EDF développe actuellement des outils de simulation numérique du soudage (SNS) afin de prévoir le comportement en service et lors du vieillissement dans les soudures du circuit secondaire des centrales nucléaires. Ces outils de SNS ont besoin en entrée d'un diagramme Temps Refroidissement Continu (TRC). Les diagrammes TRC peuvent être obtenus expérimentalement, mais ils ne sont pas connus pour toutes les compositions. Dans le cadre des aciers C-Mn utilisés pour le circuit secondaire deux modèles peuvent être utilisés : le modèle de L (donne directement un TRC en sortie) et le modèle de PREVERT (donne uniquement des vitesses critiques en sortie mais prend en compte l'effet d'un revenu). Cependant ces modèles ont été calibrés avec des nuances différentes et des conditions de refroidissement éloignées du soudage. L'objectif de ce stage est donc :

- Réaliser des diagrammes TRC et TRCS et les comparer aux prédictions des modèles de Li et PREVERT pour différentes nuances d'acier faiblement alliés
- Etudier le comportement au revenu de ces nuances d'acier
- Conclure sur la validité de ces modèles et si ils peuvent être améliorés



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Etape 1: Dilatométrie/Traitement thermique



Courbe de chauffage refroidissement à vitesse constante obtenue à l'aide d'un dilatomètre

L'identification des transformations se fait grâce à un dilatomètre. En effet, lors d'un changement de micro-structure les coefficients d'expansion thermique suivent une loi de mélanges et donc le changement de volume du matériau n'est plus linéaire en fonction de la température pendant la transformation. Les températures de début et de fin de transformation sont déterminées par la méthode des tangentes. On peut voir sur la gauche la courbe de dilatométrie d'un acier P355 chauffé à 1350°C puis trempé à 100°C/s.

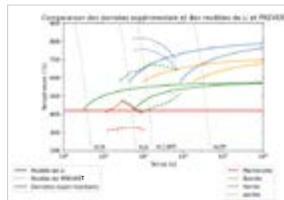
Etape 2: Microscopie optique



Microscopie optique après attaque nitrique 2%, microstructure 100% martensitique

L'observation microscopique après refroidissement de l'échantillon permet d'identifier les micro-structures présentes pour ensuite les associer aux transformations identifiées grâce aux courbes de dilatométrie. La combinaison de la dilatométrie et de la microscopie optique permet de reconstituer le diagramme TRC/ TRCS.

Etape 3: Comparaison modèles de transformation/ TRC expérimentaux



Superposition des TRC expérimental et du modèle de Li ainsi que les vitesses critiques du modèle de PREVERT pour un P355 austénisé à 1350°C pendant 30s et une taille de grains ASTM 2

On compare ensuite aux modèle de Li et de PREVERT, le modèle de Li donne directement en sortie un TRC pour les micro-structures suivantes : martensite, bainite, ferrite et perlite. Les deux modèles prennent en entrée la composition chimique des alliages ainsi que la taille des anciens joints de grains d'austénite mesurée par la méthode des intercepts après attaque thermique.

Le modèle de PREVERT donne uniquement des vitesses critiques de formation : (VCM : vitesse de formation de 100% de martensite, Vcb: vitesse de formation de 100% de bainite, Vc10FP la vitesse limite en dessous de laquelle on a 10 pourcent de ferrite perlite et VcFP la vitesse critique en dessous de laquelle on forme uniquement de la ferrite perlite).

On peut voir ici que les deux modèles sont « décalés vers la gauche », l'apparition de la bainite pour des vitesses de refroidissement élevées. La température de formation de la martensite est correcte, mais les températures de début de transformation de la ferrite et de la bainite sont sous-estimées. Ainsi l'acier est plus trempant que prédit par les modèles. Les duretés post dilatométrie sont mesurées aussi et comparées à celles prédites par les deux modèles. Elles sont proches de celles mesurées expérimentalement.



CONCLUSIONS

D'autres nuances doivent encore être testées pour savoir si les modèles prédictifs peuvent être utilisés et sinon comprendre quels éléments d'additions faussent les prédictions des modèles (certains éléments limite la taille des anciens grains d'austénite par épinglage des joints de grain par exemple).

L'effet du revenu doit aussi être testé ainsi que les diagrammes TRCS qui ont des vitesses de refroidissement plus proche de celles rencontrées lors du soudage.

GÉNIE CHIMIQUE

DÉVELOPPEZ DES PRODUITS, DES TECHNIQUES, DES PROCÉDÉS ET DES SYSTÈMES PROPRES, SÛRS ET DURABLES

L'ingénieur ENSIACET «génie chimique» possède les compétences **pluridisciplinaires** qui lui permettent de **concevoir, dimensionner et contrôler** les équipements nécessaires à la **synthèse** et la **purification** de produits en incluant la **maîtrise des risques**, la sécurité des procédés et la **minimisation de l'impact environnemental**. Il sait **travailler en équipe, dialoguer** avec les spécialistes, **suivre toutes les étapes** de l'industrialisation et **analyser** les divers problèmes pouvant intervenir en démarrage et pilotage de production.



COMPÉTENCES

- Appréhender les problèmes de développement : de l'acte chimique à la production
- Dimensionner les appareils de transformation les appareils de transformation physique, chimique ou biologique
- Analyser, optimiser, contrôler les procédés et maîtriser les outils associés
- Suivre une approche qualité et maîtriser les risques dans une démarche de développement durable des projets pluridisciplinaires

POINTS FORTS

- Une formation équilibrée entre Chimie et Génie des Procédés
- Une place importante donnée aux travaux pratiques
- Une formation ancrée dans le développement durable
- Des métiers différents dans des secteurs d'activité variés
- Un appui fort de la Recherche en Génie Chimique (Laboratoire de Génie Chimique) et de projets d'équipe

Mise en place de solutions pour la réduction des émissions de COV (composés organiques volatils)



SOLVAY – TISON Quentin



BARDAUD Jean-Christophe, GC

CDB / GPB



OBJECTIFS

Solvay est spécialisé dans la production de produits chimiques de toute sorte (cosmétiques, médicales, etc). De part leur diversification et l'apparition de nouvelles normes européennes, plusieurs problématiques surviennent comme l'émission de COV (composés organiques volatils) qui doit être réglementée.

Mission principale :

- Etude du fonctionnement d'un procédé de purification pour répertorier les zones de rejets de COV
- Estimer la quantité de COV
- Définir des solutions adaptées pour réduire les émissions de COV et respecter les conditions de la normes de l'union européenne (BREF WGC)

Missions annexes :

- Mettre en place un outil de suivi pour le fonctionnement d'un nouveau procédé
- Participation à la vie du service :
 - Rédaction d'une procédure d'utilisation des sorbonnes au sein du laboratoire
 - Participation au 5S
 - Vérification de certaines données procédés liées à la nouvelle unité



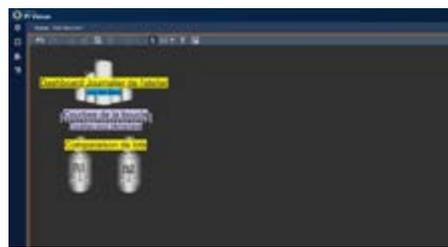
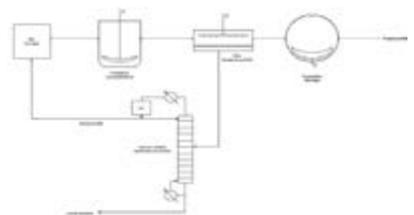
PRINCIPAUX RÉSULTATS

Estimations des émissions de COV :

- Etude du procédé pour le comprendre en détail à l'aide de documents tels que les schéma TI et les flowsheets
- Estimation de la quantité des émissions de COV au sein de l'atelier en utilisant des modèles thermodynamiques
- Etude de la mise en place de technologies pour réduire les émissions de COV afin de respecter la norme européenne

Mise en place d'un outil de suivi pour un procédé:

- Apprendre le fonctionnement du logiciel et du procédé
- Faire une liste des besoins (paramètres/informations sur le procédé) pour les différents services
- Mise en place de Dashboard répondant aux besoins de l'ensemble des services
- Validation des réponses aux besoins mises en place



CONCLUSIONS

- L'estimation des émissions des COV a pu être finalisée et comparée avec les résultats expérimentaux
- L'étude de technologies à mettre en place pour réduire les émissions de COV
- Le terrain m'a fait acquérir une grande expérience sur le fonctionnement des procédés
- Ce stage m'a permis de développer mon esprit de synthèse ainsi que de mieux comprendre l'importance de la communication entre les différents services

De l'analyse du risque chimique aux missions d'un animateur sécurité



AGRIAL – LUDOVIC LEGRIX



BELUIN Julien, GC

MAMAR / QSE / CONTRAT PRO



OBJECTIFS

- Réaliser l'analyse du risque chimique sur un site test (Saint-Sylvain – (14) Calvados) ;
- Standardiser l'analyse du risque chimique au sein de la coopérative ;
- Réaliser l'inventaire des produits chimiques et la description des postes sur plusieurs sites ;
- Réaliser un état des lieux et rédiger un process lié aux travaux en présence d'amiante ;
- Suivre et préparer les contrôles périodiques des installations soumises à déclaration (ICPE) ;
- Accompagner les animateurs sécurité dans leurs tâches (analyse d'accident, rédaction de fiche de sécurité au poste et de mode opératoire, rédaction de plan de circulation) ;
- Participer aux différentes réunions de service et groupes de travail.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- Analyse des risques chimiques réalisée sur le site de Saint-Sylvain (inventaire, étude des postes, mesures d'exposition) ;
- Rédaction de standards pour encadrer le process d'analyse du risque chimique pour l'ensemble du groupe ;
- Lancement de l'analyse de risque chimique de SEMARA et l'activité céréales (inventaire et étude des postes) ;
- Standardisation des procédures liées aux travaux en présence d'amiante ;
- Réalisation d'audits internes sur les sites soumis à déclaration (rubriques 2160, 1510,2910...);
- Participation à deux analyses d'accident et suivi des plans d'actions associés ;
- Rédaction de fiches de sécurité au poste, de modes opératoires et de plusieurs plans de circulation.



CONCLUSIONS

- Contrat de professionnalisation abouti avec les principaux objectifs remplis ;
- Grande expérience du terrain acquise ;
- Mise en pratique des connaissances théoriques ;
- Amélioration de la qualité rédactionnelle.

Participation à l'implémentation de solutions PPM



PLANISWARE – EMMANUELLE GROUES



BENEDETTI Jean-Baptiste, GC

GSI / ISI



OBJECTIFS

Planisware est l'éditeur des progiciels de gestion de portefeuilles de projets (PPM) **Planisware Orchestra et Planisware Enterprise**. Ces produits incluent toutes les fonctionnalités nécessaires à la gestion de projets sur l'ensemble de leur cycle de vie (planification, gestion des ressources et des coûts...).

J'ai occupé le poste de consultant stagiaire Planisware Enterprise, dont les objectifs étaient les suivants :

Implémentation et configuration de la solution pour le client 	Gestion du projet client et de ses différentes phases 	Support éditeur, mission transverse aux projets clients
--	--	--



PRINCIPAUX RÉSULTATS

FORMATION Apprentissage de la **méthodologie produit et des procédés** les deux premières semaines

PROJET CLIENT	Mise à jour des règles de gestion pour des indicateurs projets : analyse des besoins et modification de la configuration technique pour le calcul de ces indicateurs	Suivi et pilotage du projet : comprend le partage de l'avancement, les réunions hebdomadaires avec les clients, les réunions internes et la gestion du planning
	Développement complet d'un nouveau rapport pour le client récapitulant toutes les informations de contexte des projets	Livraisons des nouvelles fonctionnalités sur les environnements du client : inclut le packaging des fonctionnalités ainsi que la réalisation et le suivi des tests

SUPPORT EDITEUR **Analyse et reproduction d'incidents clients** (problèmes d'affichage, erreurs d'exécution, cas d'usages particuliers...) pour correction par l'équipe R&D en parallèle des projets clients



CONCLUSIONS

Au cours de mon stage, j'ai pu développer les compétences suivantes :

Compétences fonctionnelles en gestion de projets Conseil, suivi d'activité, échanges clients réguliers	Développement et paramétrage du produit Configuration, implémentation et amélioration de fonctionnalités	Compétences techniques Compréhension du modèle de données pour la configuration, connexions et commandes UNIX, script
--	--	---

OPTIMISATION DES PROCÉDES DE PRODUCTION



EUROAPI – VALOT PIERRE-OLIVIER



BERARD Solène, GC

CDB / PPQS / CONTRAT PRO



OBJECTIFS

Dans le cadre de mon contrat de professionnalisation, j'ai intégré un atelier d'extraction et de purification d'un principe actif (API) chez EUROAPI où on m'a confié les missions suivantes:

- Suivi des indicateurs clés de performance (KPI) de l'atelier notamment des rendements
- Investigations sur les écarts procédé, qualité et HSE
- Suivi des indicateurs énergétiques de l'atelier:
 - Suivi des consommations d'électricité, d'eau et de vapeur
 - Cartographie de la répartition énergétique au sein de l'atelier
 - Optimisations du procédé afin de réduire les diverses consommations



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Collecte, mise en forme et analyse des KPI de l'atelier	Collecte, mise en forme et analyse hebdomadaire des bilans énergétiques de l'atelier
Animation d'une réunion hebdomadaire	Identification de la vapeur comme usage énergétique significatif: 25% de la vapeur du site est utilisée dans l'atelier dont 5% par la colonne à distiller de régénération de solvants
Suivi de l'avancement des plans d'action	Participation à un audit pour la re-certification ISO 50001
Principales enquêtes réalisées : <ul style="list-style-type: none"> Ecart qualité: Investigation sur les OOT/OOS des impuretés générées au cours du procédé Ecart procédé et HSE: Réalisation d'un GPS sur une perte de confinement d'un déchet de l'atelier contenant un micropolluant <small>OOT: Out of Trend, OOS: Out of Specification, GPS: Global Problem Solving</small>	Optimisation de la consommation énergétique de la distribution de l'eau adoucie du site par gestion de la pression du réseau



CONCLUSIONS

Lors de mon contrat de professionnalisation chez EUROAPI, j'ai pu développer mes compétences analytique, rédactionnelle et en communication. En effet, analyser et mettre en forme les performances et consommations de l'atelier m'ont amené à réaliser plusieurs investigations qui nécessitaient une collaboration étroite avec différents services du site dans un environnement fortement réglementé.

Chargé d'Optimisation Energétique INFRA et PROCESS



LIEBHERR AERSPACE TOULOUSE (LTS) – BOYER Daniel

BLANLOEIL Thomas, GC

UiS (Stavanger, Norvège)



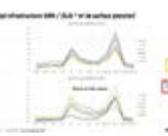
OBJECTIFS

- **Objectif 1 :** Le « Projet Cockpit Energie » mené par le référent Energie consiste en l'optimisation de la consommation d'énergie (électricité) du site. Ce projet se divise en plusieurs actions tels que l'optimisation des process, l'éco-conduite des utilisateurs, la création d'Indicateurs de Performance Energetique (IPé), l'organisation de période d'Effacement...
- **Objectif 2 :** Déploiement d'un Plan d'Action Eau : anticiper les sécheresses et les contraintes de la DREAL pour adapter la consommation d'eau des process.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- **Missions 1 :**
 - Réalisation de la Revue Energétique du Site de l'année précédente.
 - Etude énergétique et économique de la mise en place d'un calorifugeage ainsi que d'échangeurs de chaleur sur les lignes de test.
 - Prise de contact avec les entreprises spécialisés dans ces installations.
 - Etude énergétique de la consommation des Bancs d'Essais
 - Suivi de la consommation électrique du site et du déploiement d'un nouveau type de compteurs sans fil (LoRa) pour la création d'IPé.
 - Création d'un Outil d'Eco-Conduite pour les Techniciens et Ingénieurs d'essais afin qu'ils auto contrôlent leur consommation électrique pendant leur phase de test.
- **Missions 2 :**
 - Etat des lieux de l'ensemble des process consommant de l'eau. Prise de rendez-vous avec les responsables concernés pour recueillir les informations.
 - Etude des solutions possibles pour réduire la consommation en eau : réutilisation, traitement, diminution de la quantité d'eau utilisée OU diminution de la périodicité de vidange sans impact sur le process initial.
 - Présentation de toute l'Etude.
 - Répartition des actions à mettre en place.



CONCLUSIONS

Missions 1 : Observation de nombreux équipements/process (vannes, échangeurs, bancs d'essais...), connaissance de leur fonctionnement et leur consommation d'énergie. Prise de conscience que la phase d'analyse et la maîtrise de la consommation énergétique sont très importantes pour une entreprise comme Liebherr car ils sont soumis à de nombreuses normes pour réduire leur impact environnemental. Meilleure maîtrise dans l'analyse et la consommation d'énergie.

Missions 2 : Prise de conscience de l'importante consommation d'une industrie en eau : circuits de refroidissement pour les process et climatisation / sanitaires pour l'infrastructure des bâtiments. L'optimisation de la consommation d'eau est possible sans dégrader la qualité des activités, il faut à présent la mettre en application.

OPTIMISATION DE LA PRODUCTIVITÉ DE L'UNITÉ 'PARMES'



ELKEM SILICONES – SOURET Bastien

BODET Louise, GC

CFiBio



OBJECTIFS

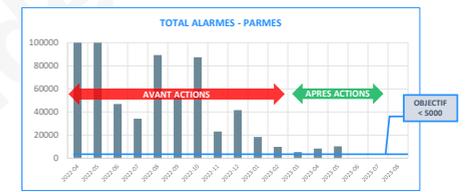
ELKEM Silicones est une division commerciale d'Elkem, entreprise du groupe Bluestar qui est une filiale de ChemChina. L'activité principale du site de Roussillon est la production de méthylchlorosilanes et siloxanes. Mon travail se focalise sur l'unité PARMES qui assure la production de dyméthylchlorosilane par une réaction de redistribution.

- **UNITE PARMES :**
 - ☐ Suivi des indicateurs et fiabilisation de la conduite (suivi d'alarmes, rédaction d'outils d'aide à la conduite)
 - ☐ Optimisation de la productivité de l'unité (design boucle hydrolyse, régulation distillations, diminution Manques A Produire)
- **ENSEMBLE DES UNITES MCS :**
 - ☐ Cartographie des flux HCl afin d'identifier des projets de revalorisation



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- ✓ **Identification** TOP20 alarmes
- ✓ **Solutions** pour 80%
- ✓ Suivi **évolution** : objectif < 5000/mois



- ✓ **Identification** TOP10 Manques A Produire
- ✓ Définition **plan d'action**
- ✓ **Projection** réduction des Manques A Produire = gain de temps effectif de production annuel



CONCLUSIONS

Un stage au sein du service Assistance Technique, composé d'ingénieurs procédés et de techniciens m'a permis de travailler à l'interface entre différents autres services. Par la mise en place d'indicateurs et d'actions permettant une amélioration continue des procédés et la correction des dérives identifiées j'ai été amenée à travailler aussi bien avec les ingénieurs AT, R&D, les techniciens, les opérateurs et l'ensemble du service fabrication, ainsi que les services maintenance et instrumentation et système, ce qui s'est avéré extrêmement formateur.

Analyse du cycle de vie de solutions de production d'hydrogène émergentes

TOULOUSE INP Ensiacét



Capgemini Engineering, Altran – RAMIREZ VIDAL Pamela, CANTU MEDRANO, Victor Hugo



BONTRON Camille, GC

Parcours CFIbio



OBJECTIFS

L'hydrogène pouvant être utilisée comme source d'énergie propre, sa production est un enjeu majeur dans la lutte contre le dérèglement climatique. L'analyse du cycle de vie (ACV) est un outil d'aide à la décision permettant l'évaluation comparative des impacts environnementaux (E-ACV) et sociaux (S-ACV) de systèmes. L'ACV de procédés de production d'hydrogène peut mettre en lumière la contribution de ceux-ci à la pollution environnementale, la détérioration de la santé humaine, l'épuisement des ressources (E-ACV) ainsi que leurs impacts sur les populations concernées par la mise en place ou l'exploitation des procédés (S-ACV).

- Les systèmes de production d'hydrogène sont classés par couleurs.
- L'ACV sera réalisé sur le logiciel Open LCA. La base de données utilisée est Ecolvent. L'unité fonctionnelle choisie est 1 kg d'hydrogène.
- Les énergies fossiles et nucléaire ont une empreinte environnementale lourde (émissions de gaz à effet de serre, déchets radioactifs), consommation des ressources et présentent des risques pour la santé. L'étude se focalisera donc sur la comparaison entre la production d'hydrogène vert et turquoise.
- L'ACV nécessitera l'évaluation des besoins et émissions d'autres systèmes liés à la production de l'hydrogène, comme la production d'énergie propre, la synthèse du vecteur chimique permettant le transport, le transport jusqu'au point de distribution, la production d'eau déminéralisée ou l'extraction du méthane.
- L'ACV de la production d'hydrogène turquoise et vert en Occitanie sera comparée à une production à l'étranger, permettant de définir quelle option est préférable afin de minimiser les impacts environnementaux et sociaux.



La méthode de réalisation d'une ACV est la suivante:
Phase 1 : Définition du champ de l'étude.
Phase 2 : Inventaire du Cycle de Vie (ICV).
Phase 3 : Evaluation des Impacts du Cycle de Vie
Phase 4 : Interprétation des résultats.

L'objectif est de développer une analyse du cycle de vie servant d'aide à la décision concernant le lieu et la méthode de production d'hydrogène pour une distribution sur le site client, Airbus, à Blagnac.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

La première partie de l'étude était focalisée sur la définition des objectifs et des limites du champ d'étude.

Limites du système
 Approche « Cut off » : La charge écologique du système après sa distribution revient à Airbus. L'hydrogène produit est transporté de l'international au produit directement sur le site d'Airbus sans impliquer de transport.
 Limites « cradle to gate » : L'analyse commence dès l'extraction des matières premières, et n'inclue pas la fin de vie du procédé ou le recyclage des composés.

France
 Nombreuses éoliennes (3751 GWh produit en 2019) et panneaux solaires (2017 MW en 2019) rattachés au réseau électrique en Occitanie.
 Objectif du gouvernement : Produire 10 % de l'hydrogène consommé en France à partir de sources renouvelables en 2023, et d'atteindre 20 à 40 % d'ici 2030.

Norvège
 92% d'hydroélectricité. Besoins énergétiques des habitations et des industries combinées.
 Investissements dans les solutions de production d'hydrogène

Transport
 Comparer l'utilisation de bateau, train et camion LOHCs (Liquid Organic Hydrogen Carrier) pour le trajet Norvège-France



CONCLUSIONS

Dans la suite du stage, les procédés de l'inventaire ci-dessous devront être simulés dans Open LCA et l'étude comparative devra être menée.

Procédé	Hydrogène Turquoise	Hydrogène Vert	Transport Norvège-France	Hydro électricité	Électricité éolienne et solaire	Extraction du méthane	Production d'eau déminéralisée
Courants entrants	méthane, électricité	Air, électricité, eau	Eau de refroidissement, Chaleur, Electricité, Hydrogène, Transport	Electricité, lubrifiant, eau (rivière)	Eau, énergie (vent), chaleur, carbonate de calcium, charbon, gravier, pétrole, gaz naturel	Eau, électricité, gaz, diesel, gaz naturel	Résine anionique et cationique, acide phosphorique, acide sulfurique, hydroxide de sodium
Courants sortants	carbone, hydrogène	Hydrogène, oxygène	Hydrogène, Chaleur, Emissions (Benzène, Cyclohexane, methylcyclohexane, toluène)	Hydro électricité, eau (rivière), méthane, CO2, Cuivre, fer, NO2, oxydes d'azote, acier	Eau de refroidissement, chaleur, émissions et déchets liés à la construction de panneaux solaires, électricité.	Méthane, déchets, émissions (CO2, oxyde d'azote, oxyde de soufre)	Résine utilisée anionique et cationique, eau rejetée

ASSISTANT CHARGE EVALUATION OUTIL DE SUIVI EN LIGNE DES PROCÉDES

TOULOUSE INP Ensiacét



Sanofi Aventis – MARTIN Sophie



BROYER Baptiste, GC

CVeBio / CONTRAT PRO



OBJECTIFS

Le site Sanofi Montpellier est un site de recherche et développement. Je travaille sur l'implémentation d'une sonde NIR afin de suivre les propriétés physico-chimiques des poudres lors des étapes pharmaceutiques de fabrication de comprimé. Le PAT NIR est une technologie utilisée dans l'industrie pour surveiller et analyser les processus de fabrication en vue d'une production continue. Cette sonde mesure par réflexion diffuse l'évolution des spectres infrarouges au cours du mélange.

Missions :

- Effectuer un état de lieu de l'existant concernant les différents procédés de fabrication
- Collaborer avec les analystes et formulateurs afin d'intégrer les outils d'analyse en ligne PAT
- Coordination d'équipe et support projet
- Développer des méthodes d'analyse en ligne et les valider avec les méthodes off-line
- Mettre en place des outils de caractérisation de la sur-lubrification



*PAT (Process Analytical Technology) MBSD (Moving Block Standard Deviation) NIR (Near Infra-Red = Proche infra rouge) ACP (analyse en composantes principales)



PRINCIPAUX RÉSULTATS

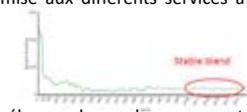
Implémentation de la technologie :

Pour la prise en main de la sonde NIR VIAVI W-x, des recherches bibliographiques ont été réalisées pour la compréhension des phénomènes associés à la technologie. Par la suite, nous avons sécurisé la méthodologie d'acquisition des données. Une première version d'une procédure a été testée par les techniciens du laboratoire. Celle-ci sera complétée et transmise aux différents services à l'issue de mon alternance.

Mise en place de méthode analytique :

Pour ce qui est du suivi de projet, nous étudions deux mélanges de poudres; un avant compactage et une lubrification. Nous étudions ces deux étapes grâce à différentes méthodes :

- MBSD afin de suivre l'homogénéité au cours du mélange et déterminer un nombre de tour final. Ce nombre est déterminé lorsque la variabilité est constante sur plusieurs valeurs consécutives.
- PLS nous permet de doser chimiquement le mélange et ainsi observer son homogénéité chimique.
- ACP permet d'obtenir une vue d'ensemble du mélange en discriminant les spectres en groupes distincts. Chaque groupe représente un état d'homogénéité spécifique.



Des prétraitement de données ont été établis pour utiliser ses méthodes analytiques. De plus, des caractérisations off line ainsi que des études placébos ont été réalisées afin d'étudier la sur-lubrification



CONCLUSIONS

L'implémentation de cette sonde ainsi que la mise en place de méthode analytique nous a permis d'obtenir des données préliminaires sur le dosage, l'homogénéité et le suivi des lots de poudre. Ces résultats permettront de valider des futurs scale up/down, initier la mise en place une production continue ainsi que d'optimiser les paramètres associés à cette étape.

PROJET DE TRANSFORMATION DANS LA BUSINESS UNIT GAZ & CRYO 

AIR LIQUIDE – Florence GRATIOT 

BRUN Mathéo, GC **IMI / DURABILITE**

OBJECTIFS

- Dans le cadre d'un projet de transformation de la Business Unit (BU) les objectifs sont :**
- Clarifier les rôles et responsabilités des collaborateurs.
 - Piloter les équipes par la performance.
 - Rendre les équipes plus sereines.
 - S'adapter aux contraintes liées à la croissance de la BU.

- Pour cela, plusieurs missions m'ont été attribuées :**
- 1) Mise à jour et vérification des Fiches Identités Processus (FIP) et animation des revues d'interfaces.
 - 2) Ajustement et mise en cohérence des indicateurs de performances (KPI) par département.
 - 3) Adaptation et mise à jour de fiches de postes.
 - 4) Création d'un nouveau portail d'entrée pour les collaborateurs.
 - 5) Mise en place de rituels pour suivre le plan d'actions avec les membres du Comité de Pilotage.
 - 6) Animation d'une présentation pour les collaborateurs avec environ 300 personnes invitées.

- Projets annexes :**
- Participation à l'écriture d'un projet pour le concours GYM Awards Air Liquide groupe.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

- Missions:**
- 1) 8 FIP ont été mises à jour, incluant les tâches associées, les RACI, le SWOT et les documents applicables. Elles ont été validées avec les parties prenantes aux interfaces.
 - 2) 184 KPI ont été mis en cohérence par département en collaboration avec les managers.
 - 3) 109 fiches de postes ont été mises à jour.
 - 4) Une cartographie pour chacun des 8 processus a été validée, avec accès aux documents liés, aux missions et aux services transverses.
 - 5) Les rituels ont été réalisés durant toute la durée du projet avec l'ensemble des acteurs.
 - 6) Environ 300 personnes ont participé à la présentation lors d'une présentation Qualité.

- Projets annexes :**
- Des données pour le projet ont été collectées, puis son écriture a été réalisée. Il compte aujourd'hui plus de 200 likes dans le concours GYM Awards et sera évalué par un jury.

CONCLUSIONS

- Les différentes missions m'ont permis de:**
- Comprendre l'organisation et le management d'une entreprise en prenant en compte les différents départements, métiers et leurs interactions, ainsi que les enjeux et le pilotage par la performance et par la qualité.
 - Piloter les changements par l'amélioration continue et voir ses derniers impacter les collaborateurs.
 - Faire preuve de rigueur et être force de proposition pour des projets de transformation.

Ingénieur procédés 

TOTALENERGIES – Pierre DE SOUZA 

CHOUJAY Zeinila, GC **Polytechnique Montréal (Canada)**

CONTEXTE ET OBJECTIFS

L'usine pétrochimique de TotalEnergies au Havre a pour but de produire des intermédiaires de polymères. J'effectue mon PFE au sein du service procédés du département Styrène.

Mission 1
Il existe un risque de bouchage important causé par une polymérisation d'une partie des composées

➔ Maintenir un débit volumique égal au débit volumique design de afin de prévenir les phénomènes d'encrassement dans le procédé

Mission 2
OWL (Operation Window Look) est un outil de disponibilité qui permet d'identifier les paramètres de conduite en dépassement, sans qu'il n'y ai eu d'alarmes en salle de contrôle.

➔ Diminuer le nombre de dépassement détecté par OWL, afin de ne pas polluer l'interface avec des paramètres non pertinents.

PRINCIPAUX RÉSULTATS



Les tendances et les seuils des différents paramètres suivis sur OWL ont été tracés, analysés et discutés afin de déterminer si les limites étaient à changer.

Un outil codé sur VBA a été crée afin de calculer les débits d'entrées à appliquer pour éviter l'encrassement L'outil créé sous forme de fichier Excel permet de calculer, selon les paramètres opératoires, la conversion et le ratio vapeur à appliquer en fonction de la consigne de production styrène.

CONCLUSIONS

- ✓ L'outil crée a permis d'économiser des milliers d'euros en évitant la surconsommation de vapeur en entrée du procédé
- ✓ Le nombre de paramètres en dépassement a diminué au cours des derniers mois

Optimisation enzymatique d'une fermentation alcoolique de coproduits amidonniers



Tereos Starch & Sweeteners Europe – Glanddier Arnaud, Harrau Céline



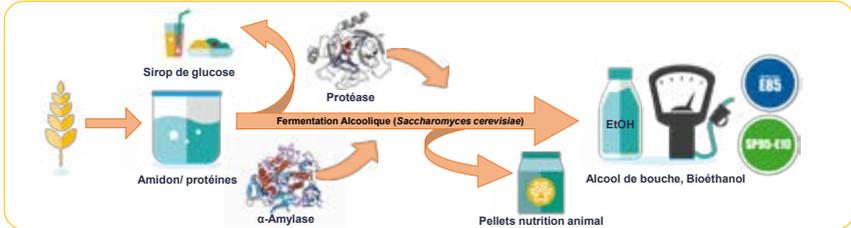
DANTAN Antoine, GC

CFiBio



OBJECTIFS

Le Process de fermentation alcoolique des coproduits d'amidonnerie et de glucoserie nécessite l'utilisation d'enzymes telles qu'un α-Amylase permettant de transformer l'amidon en sucres et une protéase permettant la conversion des protéines en acides aminés, source d'azotes biodisponibles. Le stage porte sur l'optimisation des dosages à échelle industrielle de ces deux enzymes, la mise en place de nouvelles méthodes pour le suivi cinétique.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- Intégration des nouvelles méthodes en production
- Dosages optimaux (Intégration continue)
- Zone amont
- Cinétique (Graphique montrant Ethanol et Somme des sucres avec R² = 0,9387 et R² = 0,9656)
- Bilan de matière
- Contamination biologique (Levure sauvage, Grain d'amidon, Bactérie lactique, *Saccharomyces cerevisiae*)
- Intégration en spot



CONCLUSIONS

- Intégration dans une équipe.
- Découverte de la production.
- Travail en synergie avec différents pôles.
- Optimisation des dosages d'enzymes.
- Mise en place du bilan de matière.
- Manipulations laboratoires, traitement & analyses de données, synthèse.

Ingénieur des procédés – Projet développement durable



PROCTER & GAMBLE BLOIS – CARON Patrick



YUNES Tiago, GC

CDB / CVeBio / CONTRAT PRO



OBJECTIFS

- Réduction de la consommation d'eau de l'usine
 - Analyse de la consommation en eau et de l'efficacité du processus de traitement (recueil de données, audit, indicateurs de suivi)
 - Analyse des données dans le but de réduire l'impact environnemental de l'usine
 - Rôle support sur le Projet Net 0 – « Reuse Water ».
 - Mise en place et suivi de plan d'actions techniques
- Reduction des pertes matérielles sur la production
 - Fiabilisation des données de pertes sur les lignes
 - Analyse de la base de données existante
 - Développement d'un nouvel outil pour analyser les pertes



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- Réduction de la consommation en eau :
 - Rôle de support dans la station de traitement des effluents – suivi des réunions et actions journaliers ; exploitation des données de traitement
 - Support aux sociétés externes sur le Projet Reuse Water – envoi d'effluents ; accompagnement dans les visites et tests sur le terrain
 - « Scorecard » de la consommation d'eau dans l'usine – recueil et analyse des données journalières et mensuelles ; rassemblement des différentes sources de données
 - Investigation des points de dérivation de la consommation d'eau dans les différents secteurs de l'usine. Étude et intervention sur le terrain.
 - Elaboration d'un schéma détaillé des effluents chaudière
 - Suivi des nouveaux projets mis en place pour réduire le footprint d'eau
- Réduction des pertes matérielles :
 - Fiabilisation des données MU (Material Usage) – vérification des compteurs et éjections sur chaque ligne de « Packing » ; comparaison des pertes réelles avec la base de données numérique
 - Développement d'un outil d'analyse de données MU qui sera exploité par les équipes des lignes de production chaque matin.
 - Mis en place et suivi d'actions pour réduire les pertes de produit



CONCLUSIONS

La réalisation de cette alternance au sein de l'usine P&G à Blois m'a permis de développer mes compétences tout en évoluant dans mon projet professionnel. J'ai pu travailler dans le domaine environnemental au sein d'une entreprise très soucieuse du développement durable. Les actions mises en place ont réduit 15% la consommation en eau au bout de 5 mois, soit 21% de réduction si on ne considère pas de l'eau dans le produit. L'opportunité de rencontrer des experts de différentes spécialités a été très enrichissante pour l'acquisition de connaissances importantes dans mon métier. En plus, le travail sur le terrain dans les différents secteurs de l'usine m'a apporté une vision globale et détaillée du fonctionnement d'une industrie avec de la technologie à la pointe. Une expérience vraiment unique et inoubliable pour ma carrière comme ingénieur.

Apprentie Ingénieur Production



SOPROCOS –Imane BOUTZAABOUNT et François GOZARD



DELAPLACE Emma, GC

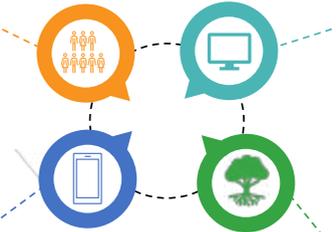
GSI / ISI / CONTRAT PRO



OBJECTIFS

Pilotage du démarrage et ramp up d'une ligne de production

- Réaliser le plan annoncé en début de mois en sécurité, qualité et performance
- Assurer le lien entre les différents services
- Prioriser les actions pour assurer le bon fonctionnement de la ligne



Création d'un outil de pilotage des marches dégradées de l'usine

- Donner de la visibilité sur l'état des marches dégradées en cours, terminées ou en retard
- Utiliser un outil qui permet de conserver l'historique afin de prioriser les actions sur les machines

Gestion d'une application de changement d'Ordre de Conditionnement

- Standardiser l'outil pour faciliter la prise en main de l'outil par les opérateurs en cas de changement de lignes
- Assurer la continuité des résolutions de dysfonctionnements avec le support

Refonte des standards des points propreté

- Mettre en conformité les points propretés sur les aspects hygiène, environnement, sécurité, ergonomie et performance
- Proposer un nouveau standard par technologie



PRINCIPAUX RÉSULTATS

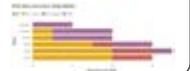
Pilotage du démarrage et ramp up d'une ligne de production

- Démarrage dans les délais (S17)
- Ligne validée sécurité avec des actions à traiter dans les trois mois
- Ligne validée qualité, et scoop quanti au démarrage



Création d'un outil de pilotage des marches dégradées de l'usine

- Mise en place d'une application pour formuler une demande de fonctionnement en marches dégradées finalisée, présentation devant le Comité de Direction
- Outil de pilotage des marches dégradées prêt : visibilité sur les marches dégradées en retard, en cours, par service, par mois



Refonte des standards des points propreté

- Mise en place d'un groupe de travail prenant en compte tous les services concernés par un changement du standard des points propreté (performance, hygiène, animateurs de conditionnement, opérateurs, ergonomie)
- Benchmark avec d'autres usines du groupe
- En cours : définir le nouveau standard (meuble, produits et matériel)
- Reste à faire : mettre en place les nouveaux points propretés



CONCLUSIONS

Ces différentes missions m'ont permis de développer des compétences de management transversal en lien avec différents services et métiers, et de prendre conscience de l'importance d'une bonne communication au sein d'une équipe. Les enjeux, durées, et impacts de mes missions étant tous différents, j'ai également appris à prioriser les tâches qui m'ont été confiées.

C1 - Internal use

Assistante en gestion de projets complexes



OP² – ALHINC Nathalie



DRÉAU Emma, GC

GSI / ISI



OBJECTIFS

OP² est un cabinet de conseil spécialisé dans le pilotage de projet. OP² propose à ses clients un accompagnement complet pour garantir la performance de leurs projets et programmes en proposant des solutions pragmatiques. L'entreprise intervient sur trois domaines :

- Organisation Transformation : Monter en performance l'organisation du client en mode projet
- Program Boost : Mettre ou de remettre un projet en performance, quel que soit son stade dans le cycle de vie et sur toute la chaîne de valeur
- Project Catalyst : Apporter des compétences sur un poste identifié

En tant qu'assistante en pilotage de projets complexes, j'ai accompagné une des équipes de OP² pour les aider à répondre aux problématiques de leur client. L'objectif de cette mission est de définir un scénario de programme industriel à dix ans, compatible avec les objectifs et les ressources de l'entreprise. Lors de ce stage, je devais :

- Structurer le portefeuille de projet de l'entreprise cliente
- Simuler des scénarios de planification des projets du portefeuille
- Analyser les résultats de scénarios



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Le client doit réaliser un grand nombre d'opérations industrielles dans les dix ans à venir. Une opération consiste généralement à intervenir pour réparer ou construire un ou des ouvrage(s). Le portefeuille doit reprendre toutes les opérations qui devront être réalisées sur ses années. Il présente les informations définissant chaque opération, c'est-à-dire :

- Nom et numéro de l'opération
- Le centre s'occupant de cette opération
- Les ouvrages (ou lieux) sur lesquels l'opérations doit être réalisée
- Les activités qui vont être réalisés durant cette opération
- Les dates où devront se faire cette opération
- Les ressources nécessaires pour cette opération
- Les budgets pour cette opération

Ces différentes informations se trouvent dans plusieurs fichiers Excel. Il a donc été décidé de réaliser des macros VBA qui ont pour but de les récupérer et de les grouper dans le portefeuille, définissant un premier scénario de planification de projets.

Le portefeuille, ainsi obtenu, ne prend pas en compte les limites de ressources et de budgets définies par le client. Il a donc mis en place un système de règles et de cotations pour prioriser les opérations. Ces règles ont pour but, à l'aide d'un programme Python, de décaler les opérations d'une ou plusieurs années afin que le seuil des ressources et des budgets ne soient pas dépassés. Ceci, nous donne un portefeuille avec un nouveau scénario.

Ces deux scénarios sont ensuite comparés sur un fichier Power BI. Le client, conseillé par l'équipe, choisit quelles sont les règles et les cotations des opérations à modifier afin de respecter les seuils définis auparavant. Ce qui donne un nouveau scénario à comparer...

Par itération successives, un scénario cible se dégage, en collaboration avec les instances dirigeantes de l'entreprise. Le programme d'investissement des années à venir est préparé et présenté en juillet.

Ce programme est mis à jour tous les ans.

Sur cette mission principale, j'ai aidé au développement et à l'amélioration des programmes qui permettent de réaliser les différents scénarios. J'ai aussi découvert le logiciel Power BI et appris à le manipuler.



CONCLUSIONS

Avoir travaillé au sein de cette équipe a été une expérience très enrichissante. En effet, j'ai été, très souvent, en contact avec le client ainsi que ses collaborateurs. Dès mon arrivée, ce stage m'a permis de consolider et mettre en application mes connaissances, mais également à monter en compétences, de par les missions et la confiance qui m'étaient accordées.

Evaluation des écarts à la norme ISO 17 025 et amélioration des méthodes de contrôle



ARKEMA – HEBERT PERRINE

DUSSON Tanguy, GC

MAMAR / IA



OBJECTIFS



Site de Serquigny

- Produits : polyamides à base de PA 11 ou PA 12 sous forme de granulés et poudre
- Applications : industrie pétrolière, automobile, aéronautique, médical, sport, ...
- Localisation : Laboratoire de Contrôle des Fabrications

Mes missions

- Faire l'état des lieux des méthodes de tests
- Améliorer et/ou développer des méthodes de contrôles (étalonnage, calibrage, etc.)
- Analyser les méthodes actuelles vs les objectifs d'amélioration (ISO 17 025)
- Rechercher des solutions de standardisation / optimisation
- Traiter statistiquement des données



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Démarche ISO 17 025



- Evaluation des écarts à la norme ISO 17 025
- Recensement des Modes Opératoires
- Recensement des matériaux de références + recherche d'options subsidiaires
- Evaluation de la criticité des appareils du parc des machines
- Définition claire et précise du vocabulaire associé aux techniques d'analyse
- Démarche d'amélioration de la traçabilité métrologique des résultats
- Suivi de l'implémentation d'une nouvelle méthode de contrôle
- Mise en place d'un plan de contrôle (études de répétabilité et reproductibilité)

Avancées des recherches

Compétences

Laboratoire de contrôle

- Observation de chaque poste avec le référent :
 - Compréhension des méthodes
 - Contrôle métrologique
 - Audit terrain

Projet DMAIC

- Sensibilisation au Lean-6 Sigma
- Construction du sujet de stage dans la philosophie d'un DMAIC
- Identification des critères de suivi de l'avancée du projet



CONCLUSIONS

Compétences acquises et/ou mises en œuvre

- Appréhension du monde professionnel
- Interaction avec les différents services
- Stratégie du groupe
- Formation sur différents outils

Compétences à développer et/ou améliorer

- Importance du terrain, savoir se détacher de la théorie
- Interprétation et formulation des conclusions
- Accepter l'existence d'imprévus

Coordinateur Conditionnement Vaccin



SANOFI – CESTERO Camille

DUVERGER Laurine, GC

Kaunas University of Technology (Lituanie)



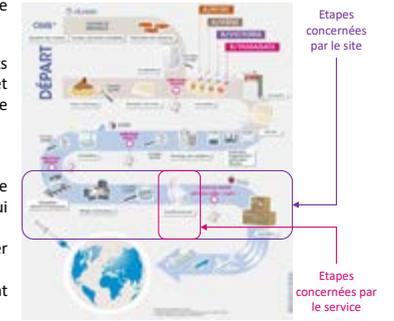
OBJECTIFS et CONTRAINTES

L'objectif principal consiste à **conditionner les vaccins** contre la grippe fournis par un autre site Sanofi.

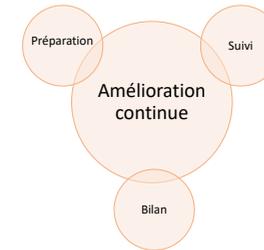
Les sous-objectifs sont de **mettre à jour et d'améliorer** les documents existants, de **réaliser les demandes** nécessaires à la campagne et d'**assurer l'interface** entre les équipes de Sanofi Pasteur, les équipes de la Supply Chain et des équipes de production site.

Plusieurs **contraintes** sont à respecter, comme par exemple :

- **Les délais** : Il faut livrer les vaccins à temps sous peine de perdre les clients : il y a beaucoup de concurrence et ce qui n'est pas vendu est refacturé.
- **Le Temps Hors Réfrigération** : Le vaccin ne doit pas dépasser un certain temps hors froid, chaque arrêt compte.
- **Les Bonnes Pratiques de Fabrication** : Des normes doivent être respectées tout au long de la production.



DEMARCHE



Le domaine pharmaceutique demande une grande **rigueur**.

Les **Bonnes Pratiques de Fabrication** doivent être suivies. Chaque étape est **tracée puis contrôlée et approuvée**, ou non, par le service Qualité du site.

L'amélioration est au cœur de la démarche.

La préparation de la campagne repose sur le **retour d'expérience** de la campagne précédente ainsi que sur les améliorations faites au cours de la production du vaccin mais aussi des autres injectables.

La **préparation** consiste à améliorer les dossiers de lot, les modules de formation et autres documents, et à déterminer les instructions de conditionnement et les différents « Run Tests » à appliquer en fonction des commandes clients et à former les nouveaux arrivants tels que les intérimaires.

La campagne est **suivie au jour le jour** afin d'améliorer la performance et les conditions de travail des opérateurs. Ce suivi sera également utile pour la préparation de la future campagne 2024.

Le bilan permet de **synthétiser** les points positifs, négatifs et les améliorations à mettre en place avant la prochaine campagne ou pour les prochaines productions qui ne sont pas forcément des vaccins.



CONCLUSIONS

Travailler en industrie nécessite une grande **flexibilité** puisqu'il faut aller sur le terrain, **dialoguer** avec les différents secteurs (production, maintenance, qualité, logistique) et **s'adapter** aux aléas de la production. Être **au cœur de l'industrie** demande également d'être **réactif et efficace** afin de résoudre les problèmes au plus tôt et de gagner en performance.

Chacun est **responsable** de ses actes et un manque peut engendrer des conséquences pour l'ensemble du site.

Démarrage d'un nouveau bâtiment de production



SANOFI CHIMIE ARAMON – LEMOINE Thibault



EL BADI Safia, GC

CDB / PPQS / CONTRAT PRO

OBJECTIFS

Le site de SANOFI CHIMIE ARAMON est un site de **production de principes actifs (PA)** de médicaments. Le site est spécialisé en production chimique (extraction végétale et ateliers de synthèses) et en biotechnologie. L'atelier de Synthèse 3 est un atelier mono-produit entièrement automatisé. Le PA fabriqué est l'irbésartan : traitement pour l'hypertension artérielle, commercialisé sous le nom d'APROVELL.

Modification de la chaîne de production :



- Challenge :**
- Réussir à démarrer le nouveau bâtiment dans les délais
 - Résultats analytiques conformes aux spécifications

Pour cela, trois missions m'ont été attribués :



PRINCIPAUX RÉSULTATS

01 Créer

- Rédaction des documents supports à la production : Gantt, Flowsheet, Feuilles de Fabrication, Manuel utilisateur, Instructions, Documents de qualification, Support de formation, Feuilles de nettoyage et contrôle après travaux, Documents qualité
- Vérification puis approbation par la Production et l'Assurance Qualité
- Résultat du contrôle après travaux conforme analytiquement aux spécifications attendus

02 Tester

- Batch informatiques testés en fonctionnement classique et en scénario de dysfonctionnement
- Programme en accord avec les attentes de production par l'enchaînement automatique des étapes d'isolement (Chargement, Drainage, Lavage, Essorage final, Séchage, Déchargement).
- Qualifications de performance des équipements réalisés puis approuvés par le service Technique, Production et Assurance Qualité.

03 Produire

- Démarrage d'un nouveau bâtiment via le lancement de 2 lots techniques
- Choix des paramètres à tester déterminés puis approuvés par les services Techniques, Productions, R&D, Travaux neufs
- Objectif : Déterminer les paramètres optimaux d'essorage (vitesse de rotation du panier, épaisseur du gâteau, durée ...) et de séchage (température, durée ...)
- Création du plan de prélèvement
- Suivi de production et des déviations
- Suivi des analyses puis bilan de production.

- Résultat du lancement :**
- Temps d'essorage plus courts que prévu et aucun impact sur l'efficacité des lavages
 - Humidité de gâteau conforme aux spécifications attendus permettant le transfert antigravitaire par pompe pneumatique efficace.
 - Bonne expurgation des impuretés lors des lavages
 - Bonne élimination des solvants résiduels au séchage.

CONCLUSIONS

La production des lots techniques a permis de :

- Prendre en main l'installation et démarrer la formation du personnel
- Identifier les étapes critiques du procédé et adapter le programme au comportement de la poudre humide (essoreuse) et sèche (sècheur conique)
- Fixer les paramètres optimaux de conduites de l'installation.
- Identifier les axes d'amélioration du procédé

Des lots de qualification du procédé seront lancés courant septembre, pour un lancement en routine de l'installation en Q4 2023.

Récupération de chaleur et réduction des coûts de fonctionnement des utilités



ENNOLYS – GONZALEZ DAVID



FILLANCQ Alice, GC

Faculty of Chemical Engineering and Technology (Zagreb)

OBJECTIFS

Le site de production d'Ennolys Soustons (40) est spécialisé dans le développement d'ingrédients naturels par **fermentation**. Ennolys est une Business Unit du groupe Lesaffre acteur mondial de référence en fermentation. Mon stage au sein d'Ennolys cible principalement la récupération d'énergie et/ou de chaleur. De ce fait **trois missions** m'ont été confiées :

- ❖ Recherche de points sensibles et solutions de récupération de chaleur/énergie sur site.
- ❖ Etude de mise en place de nouvelles technologies pour augmenter la puissance frigorifique du système de refroidissement
- ❖ Etude du remplacement d'un compresseur à air (aspect énergétique et économique).

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Recherche de points sensibles de récupération de chaleur

- Calcul d'un gisement de chaleur fatale > 60°C valorisable : récupération de chaleur après stérilisation des fermenteurs.
- Calcul des gains possible sur la consommation de gaz. Calcul sur la production 2023 planifiée.

Economie sur le gaz sur l'année 2023

Montant HTVA total	Réduction émissions CO2
35 186,60 €	11,61%

La Tour aéroréfrigérante (TAR)

- Campagne de mesure de débit pour redéfinir les besoins en eau de refroidissement.
- En régulation de température pendant la fermentation.
- En refroidissement après stérilisation.
- Etudes des conditions météorologiques (T° de bulbe humide) de Soustons pour définir les limites de performances de la TAR.

Fermenteurs (vanne)	Débit (m³.h)
13R03 (50%)	21,6
22R200 (100%)	47,0
21R02 serpent (50%)	43,73
21R02 DE (50%)	21,6
23R200 (100%)	37,9
14U02 (100%)	45,0

- Remplacement d'un compresseur à air**
- Mise en concurrence et évaluation des solutions techniques proposées (variation de vitesse, fonctionnement automatique de deux compresseurs en fonction des besoins, récupération de chaleur).

CONCLUSIONS

- Un projet de récupération du gisement de chaleur pour préchauffer le milieu réactionnel des fermenteurs
- Avec un fournisseur, nous étudions le dimensionnement d'une TAR supplémentaire pour la période estivale
- L'installation d'un nouveau compresseur est à l'étude avec récupération de chaleur et fonctionnement automatique adapté aux consommations

Sous-traitance de la production de nanoparticules



SANOFI Chimie Aramon – TISON Ambre

GABARRE Charlotte, GC

CDB / PPQPS / CONTRAT PRO



OBJECTIFS

Développé par une start-up lyonnaise, le principe actif produit par Sanofi se compose de nanoparticules (NP) utilisées pour traiter le cancer en zone sensibles (poumons, cerveau,...). Celui-ci est fabriqué pour des essais cliniques, à raison d'un lot par an depuis 2019.

L'objectif principal est de suivre le projet sur 3 étapes : la mise en place de la production, le suivi de la fabrication sur le terrain et la réalisation d'un bilan du projet. Dans le but d'obtenir un lot conforme avec un bon rendement, il est nécessaire de **mettre à jour les documents de fabrication** en prenant des mesures d'améliorations. C'est dans ce cadre là, que je suis amenée à :

- Participer aux réunions projet hebdomadaire avec l'équipe projet Sanofi
- Discuter puis valider les travaux effectués avec le client et la hiérarchie tout en prenant en compte les commentaires des différents services : Production, Assurance qualité, Contrôle qualité et HSE.
- Optimiser les étapes critiques du procédé
- Fiabiliser les gestes opératoires



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Feuille de Fabrication	Plan de prélèvement	Diagramme de Gantt	Formation Opérateurs	Bilan matières premières	Flowsheet
Document de production (Ffab) validé par plusieurs acteurs, détaillant le procédé étape par étape et suivi par les équipes d'opérateurs. Mise à jour suite au REX 2021 et aux demandes du client.	Tableau permettant la gestion des échantillons . On y associe une référence, le point de la Ffab, le type d'analyse et le destinataire. Rédaction des étiquettes à coller sur le flacon.	Graphique permettant la planification de la production pour respect des délais. Evaluation du temps théorique des tâches. Prévission de celles effectuées en parallèle. Positionnement des expertises.	Présentation de la fabrication du principe actif aux opérateurs : molécule, procédé, modifications principales par rapport à 2022, prélèvements, planning, HSE. Animation des réunions.	Demande des besoins dépendant taille du lot : quantités de matières premières et temps d'occupation par équipements. Anticipation des stocks par le magasin.	Résumé du procédé sous forme de schéma-blocs : matières premières, équipements, étapes, paramètres opératoires, volumes. Mis à jour pour le lot 2023.



CONCLUSIONS

La production du lot a lieu à partir du 12 juin 2023 pour une durée de 3 semaines. Afin d'**éviter la perte de produit**, les modifications implémentées principales sont :

- La possibilité de renvoyer les filtrats de la recette sur le filtre pour minimiser le passage des fines.
- La commande de nouvelles membranes pour la purification avec un débit plus faible.

Il reste donc deux tâches majoritaires :

Suivi de production :	<ul style="list-style-type: none"> — Mise en place de l'atelier — Suivi de production avec le client — Contrôle des prélèvements 	Bilan de production :	<ul style="list-style-type: none"> — Conformité du lot — Analyses des expertises REX — Suivi des déviations potentielles
-----------------------	---	-----------------------	---

Développement de matériaux capacitifs magnésiens pour le traitement de gaz



TIMAB MAGNESIUM – SYLVAIN BERTHELOT

GUILLOT Marie, GC

LUT University, Finlande



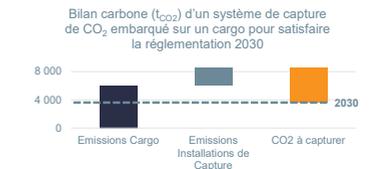
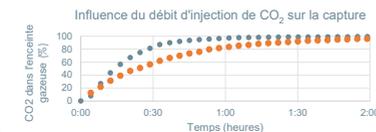
OBJECTIFS

- Recherches bibliographiques pour établir l'état de l'art des matériaux envisagés pour la capture de gaz, recenser l'ensemble des dérivés magnésiens susceptibles d'être efficaces dans la capture de gaz.
- Proposition de protocoles, mise en place et suivi d'essais laboratoires.
- Suivi et planification stratégique d'un projet en cours.
- Réalisation de documents techniques pour les méthodes étudiées : faisabilité, bilan carbone, évaluation économique.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- Recherches et propositions de dérivés magnésiens à fort potentiel pour la capture de gaz et définition du cahier des charges applicatif.
- Mise en place et optimisation d'un protocole de mesure de la capacité de capture des composés étudiés et premières estimations:
- Suivi du projet sur la synthèse d'un oxyde de magnésium à haute propriétés texturales en cours et développement stratégique de la suite du projet.
- Bilan carbone des méthodes de capture de CO₂ embarquée dans le secteur maritime :



CONCLUSIONS

Cette étude a permis l'identification :

- De composés magnésiens à fort potentiel pour la capture de dioxyde de carbone
- Des étapes limitantes pour assurer la viabilité d'un procédé de capture de gaz
- Des enjeux de la capture de dioxyde de carbone embarquée

Perspectives pour la suite :

- Travail sur l'optimisation des méthodes de capture et de mesure (en cours)
- Réflexion sur le potentiel applicatif d'un nouveau produit synthétisé (en cours)

Amélioration continue en unité de fabrication

TOULOUSE
INP Ensiacét



L'ORÉAL – BRESSAND Charles

L'ORÉAL
USINE D'ORMES

HAZÉ Justine, GC

UQAM (Canada)



OBJECTIFS

Le site **Gemey Maybelline**, basé à Ormes, appartient à la **Division Produit Grand Public**. Il est spécialisé dans le maquillage couleur. L'usine comporte deux unités : la **fabrication** et le **conditionnement**. L'unité fabrication consiste à fournir des jus qui sont ensuite envoyés au conditionnement afin de fabriquer les produits finis : rouges à lèvres, fonds de teint, gloss et vernis à ongles. J'ai intégré l'équipe fabrication avec pour mission la gestion de projets spécifiques et la participation « au quotidien et rituels » au sein de l'usine.

Les **deux principaux projets** qui m'ont été confiés concernent l'optimisation de l'organisation de la zone fabrication et des tâches du métier laveur :

Amélioration continue : Elaboration d'un **chantier 5S¹** en Zone ATEX²

- Mettre en place des standards de management visuel
- Faire respecter les normes sécurité et hygiène de l'usine



Gestion de projet : **Quantification de la charge de travail** à la laverie

- Pérenniser le métier laveur (création de poste)
- Mettre en place des solutions d'optimisation en termes de missions opérationnelles et de structure organisationnelle



PRINCIPAUX RÉSULTATS

CHANTIER 5S

ORP³ inexistant dans la zone ATEX
→ Risque de chutes de plain-pied



Création d'une équipe projet
Etat des lieux et collecte des informations auprès des fabricants sur le terrain

Mise en place d'emplacements au sol et devis avec le peintre



Rangement des servantes avec création de séparateurs dont certains réalisés en impression 3D

Réalisation de gabarits pour identification des petits outillages



Peinture et suivi du chantier 5S avec validation par des audits internes en cours de réalisation

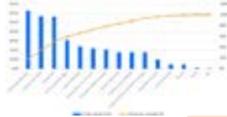
CHARGE ET OPTIMISATION LAVERIE

Chrono-analyse sur le terrain avec les laveurs en équipe 2x8



- Lister les tâches
- Calculer un temps moyen par tâche

$$\text{Charge de travail} = \frac{\text{Temps total tâches}}{\text{Temps théorique}} = 100\%$$



Pareto afin d'identifier les points bloquants et les voies d'optimisation

Bench avec d'autres usines du groupe et prestataires extérieurs

Présentation de la mission et des résultats devant le Comité de Direction (CDU)
(En attente de la décision du CDU concernant la création du poste)

- Mise en place des solutions d'optimisation
- Nouvelles technologies
 - Estimation de la nouvelle charge de travail
 - Mission en cours



CONCLUSIONS

- Découverte du fonctionnement d'un atelier de production avec ses enjeux et ses challenges dans le domaine des cosmétiques
- Montée en compétences sur les méthodologies de gestion de projet avec l'appropriation de l'outil chrono-analyse, l'élaboration de Pareto et la réalisation d'un chantier 5S
- Utilisation des instances d'information aux équipes pour communiquer efficacement sur l'avancée de mes projets

¹Chantier 5S : méthode pour optimiser conditions et temps de travail en assurant organisation, propreté et sécurité ²ATEX : Atmosphère Explosive ³ORP : Ordre Rangement Propreté

Cryocooler pour éoliennes supraconductrices

TOULOUSE
INP Ensiacét



AIR LIQUIDE – GUILLAUME DELAUTRE

Air Liquide

JOYE Kelly, GC

UPB: Universitatea Politehnica din București (Roumanie)



OBJECTIFS

L'importante croissance prévue dans le développement à grande échelle des solutions de production d'énergie renouvelable, voit une technologie se démarquer : **l'éolien en mer (off-shore)**.

Mon stage est divisé en 2 grandes parties, la première consiste à effectuer une bibliographie sur l'éolien off-shore qui a pour but d'identifier les points champions, les enjeux et contraintes de la solution technologique à développer mais également de trouver les contacts de potentiels clients/partenaires.

Suite à des échanges avec ces clients, la seconde partie de mon stage démarre. Elle consiste à évaluer des solutions de procédés cryogéniques pouvant répondre à leur problématique et techniquement réalisable et, sur la base de ces résultats, de simuler un cryocooler correspondant aux besoins du client.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

I. La bibliographie / prospective :

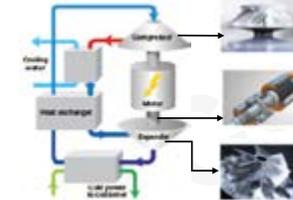
- Création d'une **base de données** sur les **éoliennes supraconductrices** existantes, en cours de développement ou en étude de faisabilité avec renseignements sur les paramètres du moteur, de la structure de l'éolienne ainsi que sur le cryocooler utilisé
- Présentation sur le **marché de l'éolien off-shore** en France et dans le monde
- Etudes des différents types de supraconducteurs et des **points champions** de la supra présentés ci-dessous :

La supra pourquoi ?

- Réduction masse de la nacelle, réduction hauteur de la tour** → optimisation du TCO*
- Dépendance des terres rares à la Chine pour le moteur** → Critical Raw material act (réglementation en cours)
- Augmentation du rendement du générateur** → haute puissance atteignable (>10MW)

→ La supraconductivité a du potentiel, maintenant il faut intégrer la brique cryogénique dans l'étude système pour ne pas discréditer les avantages précédents. **Les points champions du cryocooler** sont : son coût, sa maintenance, sa fiabilité, sa taille

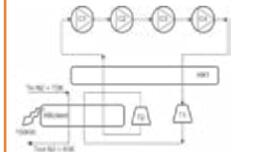
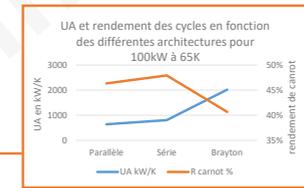
II. Les simulations : Solution cryogénique proposé : Le Reverse Turbo-Brayton (RTB)



Cycle classique d'un reverse Turbo-Brayton

Type supra	T froide (K)	P froide (kW)	Nombre archi
HTS	65	100	3
LTS	17	0.6	2
LTS	25	1.2	2
HTS	40	1	1

Tableau récapitulatif des différentes simulations effectuées et du nombre d'architectures testées pour répondre à des demandes clients



Exemple de l'architecture en série



Modèle 3D effectué pour répondre au besoin de 1.2kW de puissance froide à 25K

Après l'étude de la meilleure architecture il faut affiner la simulation :

- Optimiser le mélange
- Designer les échangeurs
- Rajouter des pertes
- Rajouter le circuit refroidissement des compresseurs

*TCO = Total Cost of Ownership



CONCLUSIONS

Pour conclure, les résultats obtenus dans cette première partie de stage montre la faisabilité technique d'un RTB Air Liquide répondant à des besoins clients préliminaires. Par la suite, des échanges avec les clients sont encore à prévoir pour faire évoluer le projet d'un point de vue global avec le positionnement de chacun, leur avancement et la recherche de nouveaux partenaires. Le tout dans le but de mener à la conception d'un démonstrateur d'éolienne supraconductrice et plus tard à son industrialisation.

Assistante substances chimiques pour une chimie responsable

Maisons du Monde – Matthieu Houdeville

LANGLAIS Pétronille, GC Norwegian University of Technology and Natural Science NTNU (Norvège)

TOULOUSE
INP Ensiacét

MAISONS DU MONDE

OBJECTIFS

- Ce stage s'inclut dans une directive d'offrir une offre plus responsable aux consommateurs de Maisons du Monde. Il se décompose en 3 études parallèles :**
- ➔ Veille, étude bibliographique et plan d'action sur les per et polyfluoroalkyles (PFAS) des substances chimiques persistantes et extrêmement nocives pour la santé et l'environnement. Une nouvelle restriction a été proposée à l'European Chemical Agency (ECHA) limitant à une concentration de 50 ppm (test fluor total) l'usage, la manufacture et la mise sur le marché de tous les PFAS.
 - ➔ Veille et étude bibliographique sur les composés organiques volatiles COV, des substances présentes dans l'environnement intérieur s'ajoutant à la problématique de la qualité de l'air intérieur.
 - ➔ Maisons du monde est responsable de limiter les risques chimiques de ses produits pour la santé et l'environnement. Le contrôle sur les produits finis existant déjà, mettre en place un plan d'action afin de gérer les substances chimiques tout au long de la chaîne de production des articles est la seconde étape.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Exemple de résultats de test fluor total sur la collection textile outdoor 2023

- ✓ Les PFAS sont utilisés majoritairement dans les produits traités hydrofuge et oléofuge (textile, bois...), mais peuvent être présents et utilisés dans de nombreux autres usages : semi-conducteur, protection UV, solvants, agent moussant, ect...
- ✓ Une définition très large englobant plus de 10 000 substances, ce qui entraîne une difficulté dans la gestion de ces PFAS.
- ✓ Les COV sont émis par les bois, les peintures, les vernis, les mousses, cuirs...
- ✓ Les COV sont très nombreux et il est difficile de savoir quel COV est émis dans quelle partie de l'article.
- ✓ Il existe très peu de réglementation française ou européenne MAIS existence de labels garantissant des expositions restreintes.
- ✓ Une garantie sur la maîtrise des produits chimiques dans la chaîne d'approvisionnement est la mise en place d'une Manufacturing Restricted Substance List (MRSL).
- ✓ Différents labels et outils permettent cette garantie en demandant la conformité à une MRSL.
- ✓ Création d'un projet de management des produits chimiques avec la construction d'une MRSL pour Maisons du Monde ainsi que les preuves et contrôles demandés aux fournisseurs.

CONCLUSIONS

Les projets sont encore en cours, et j'espère que ceux-ci évolueront d'une manière positive tout au long de mon stage.

Ce stage a été très formateur, j'ai acquis de nombreuses compétences dans la gestion des substances chimiques ainsi que leurs réglementations. Par ailleurs, le fait d'être dans une entreprise à but commercial m'a permis de découvrir un fonctionnement complètement nouveau. La dynamique des projets menés autour d'une offre responsable est motivante et engageante.

Développement de procédés – Coextrusion

BOSCH – Katleen VALLONS

LARGEAU Aurélie, GC GPB en double diplôme Paul Sabatier Toulouse

TOULOUSE
INP Ensiacét

BOSCH

OBJECTIFS

- J'ai effectué mon stage au sein de l'équipe de développement de procédés de Bosch à Tienen en Belgique. Plusieurs missions m'ont été attribuées lors de ce stage :
- ❖ Développement du procédé de fabrication d'un nouveau profile de balais par coextrusion :
 - Étude bibliographique sur les polymères
 - Mise en place d'un plan d'expérience
 - Mesures et analyses des résultats
 - ❖ Étude de l'application du vernis sur les balais pour optimisation du procédé
 - ❖ Diverses mesures pour la validation de méthodes et appareils d'analyse

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Le nouveau profile est entré en test de production après validation des performances par contrôle notamment des dimensions comme sur l'image ci-après. Un programme permettant de comparer la forme du profile produit avec le dessin d'origine a été utilisé.

Pré-moule Moule Résultat Comparaison profile vs dessin

Concernant le vernissage, une différence significative a été relevée entre les pièces séchées avant la découpe et les pièces coupées immédiatement.

CONCLUSIONS

L'analyse des tests réalisés sur le vernissage des pièces a permis de mettre en évidence un temps de séchage insuffisant avant la découpe de la pièce. Ceci a permis d'optimiser les paramètres de la ligne de production.

Le nouveau profile est toujours en cours de développement pour optimisation du procédé.

Un nouvel appareil d'analyse a pu être implémenté sur une ligne de production, facilitant ainsi le travail des opérateurs.

Mise en place de la norme ISO 45001



SOCOMORE – Nadège LAGARDE LEAUTE

LE BAIL Nathalie, GC

Universitetet i Stavanger (Norvège)



OBJECTIFS



❖ **Mission Principale: Mise en place de ISO 45001**
L'entreprise a pour objectif de certifier l'ISO 45001 en 2024, une norme internationale axée sur la mise en place d'un système de management de la santé et de la sécurité au travail. Elle a pour objectif d'organiser l'entreprise afin de limiter au mieux les accidents de travail, les maladies professionnelles et améliorer la santé et sécurité au travail.

❖ **Missions annexes**
En parallèle de la mise en place de la norme, d'autres tâches liées à la sécurité du site m'ont été attribuées telles que l'affectation des zones de stockage des produits chimiques ou la mise à disposition des FDS des produits chimiques utilisés sur site.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

❖ **Mise en place ISO 45001**
Nécessité d'améliorer la sensibilisation et la prise de conscience des différents risques présents sur le site.
- Création de fiches de sécurité par postes de travail
- Mise à jour des matrices de dangers indiquant les EPI à porter en fonction des produits manipulés

❖ **Évaluation du risque chimique**
Evaluation des risques chimiques sur le logiciel SEIRICH pour les produits: (CMR, Isocyanates, dangereux par inhalation...) 710 produits à évaluer 8% effectués en début juin

❖ **Préparation de campagne de mesure VLEP**
- Identification des produits CMR sur site
- Date de mesures planifiées le 19, 20 & 21 juin

❖ **Rendre les FDS accessibles pour tous**
- Réorganisation et mise à disposition d'un fichier contenant les FDS des produits finis et matières premières
- Mise à jour des fournisseurs actifs dans le dossier des matières premières et création d'un nouveau dossier qui contient uniquement les FDS en Français les plus récentes.

❖ **Gérer les incompatibilités de stockage**
Affectation de zone de stockage aux produits chimiques en fonction de leurs propriétés physicochimiques et des installations d'extinctions présents dans les bâtiments (Acides, bases, comburant, inflammables). Passage de 93% d'incompatibilités à 97%.

CONCLUSIONS

Ce stage m'a permis de découvrir le quotidien d'un manager HSE au travers des différentes missions auxquelles j'ai pu assister. J'y ai notamment appris l'importance de la priorisation des tâches et de la gestion du temps en utilisant des plans d'actions, ainsi que des nouvelles connaissances dans le domaine réglementaire. Pour la certification ISO 45001, l'impression et l'affichage des fiches de sécurité de poste qui est prévu courant juillet et d'autres actions sont à réaliser avant l'audit prévu en 2024. Enfin concernant les missions annexes, j'effectue un suivi quotidien dessus.

Construction des standards de test et maintenance des équipements critiques de sécurité



TOTALENERGIES – JEAN-OLIVIER HACOUT

LUNA Gabriel, GC

CFBio, CDB / Contrat Pro UFRJ (Brésil)



OBJECTIFS

Intégré à la ligne métier GPL au sein de TotalEnergies, ce contrat de professionnalisation vise à fournir du support technique aux plusieurs sites GPL (gaz de pétrole liquéfié) présents en Europe, Afrique et Asie, avec deux sujets principaux :

Mise à jour du référentiel sécurité applicable à tous les sites GPL

Construction des fiches de barrière de sécurité

La pyramide documentaire de TotalEnergies définit toutes les règles HSE, d'ingénierie, de compliance, etc. applicables aux diverses activités du groupe.



L'évolution de ces règles dans un sens HSE implique, alors, une mise à jour de la règle propre aux sites GPL dans le but de garder la conformité avec les directives de la compagnie.

Les barrières de sécurité sont des mesures techniques ou organisationnelles qui agissent comme des couches de défense, détectant, prévenant et atténuant les incidents, de manière à réduire, ainsi, leur probabilité et leur gravité.

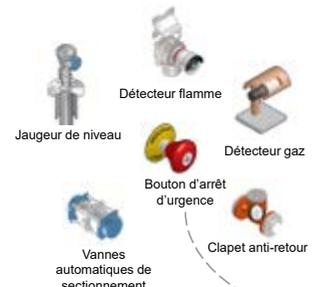


Afin de maintenir l'intégrité technique de chaque barrière et, ainsi, de protéger les personnes, l'environnement et les installations, une rigoureuse routine d'inspection doit être mise en place sur chaque site.

Les fiches de barrière critique visent, alors, à regrouper tous les standards de design, implantation et inspection applicables à ce type d'équipement.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Quatorze fiches équivalentes à plusieurs types d'équipements de sécurité auront été construites jusqu'à la fin du contrat. Il est possible de citer :



FOUR RECOMMANDÉS	FOUR REVISÉS
1. Reference Documents	4. Recommended suppliers
2. Barrier description	5. Maintenance routine
2.1 Purpose	6. Performance standards
2.2 Technology	7. Downgraded mode
3. Installation requirements	
3.1 Scope of application	
3.2 Design rules	
3.3 Layout rules	

- Concepts mis en valeur :
- ✓ **Fonctionnalité** : Le rôle de la barrière dans le cadre d'un scénario majeur
 - ✓ **Survivabilité** : Exigences de construction nécessaire pour que la barrière fonctionne malgré un scénario majeur
 - ✓ **Description des activités de maintenance** : Opérations de contrôle nécessaires pour maintenir le bon fonctionnement de la barrière
 - ✓ **Disponibilité/ fiabilité** : Proportion de temps et probabilité de fonctionnement correct de la barrière à la demande

CONCLUSIONS

Les fiches de barrière de sécurité et la règle GPL serviront de support fiable à tous les sites GPL qui exploitent ce produit tous les jours. En connaissant toutes les exigences de la compagnie et en mettant en place tous les contrôles préconisés, il sera possible d'assurer la sécurité du personnel et des installations, ainsi que la continuité des opérations.

Ce projet a proportionné une forte immersion dans la culture de sécurité de TotalEnergies. Il a fallu acquérir de l'expertise technique sur les plusieurs types d'équipement utilisés et sur le fonctionnement d'un site de stockage et emplissage de GPL afin de les réunir à une connaissance sur la démarche de gestion de risques technologiques (Technological risk assessments, retours d'expérience, études de dangers, etc.)



Ingénieur d'Etudes Procédés sur les sels fondus



ORANO PROJETS – K. EL MRABET

MABOUNDA-MOUILA Maxime, GC

The University of Manchester (Royaume-Uni)



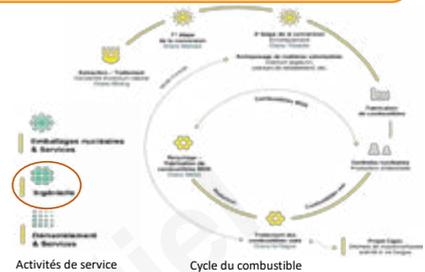
OBJECTIFS

LE GROUPE

Orano entreprise française multinationale spécialisée dans l'énergie et le nucléaire contribue à la gestion des matières et déchets radioactifs issus du traitement de combustibles nucléaires usés.

OBJECTIFS DU STAGE

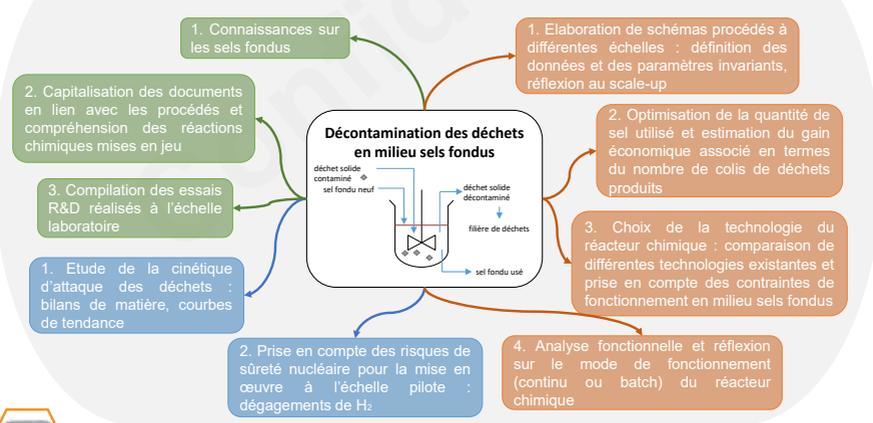
Au sein de l'équipe procédé d'Orano Projets, filiale d'ingénierie du groupe, participation au développement de procédés innovants de traitement de déchets nucléaires en milieu sels fondus à l'échelle pilote et à l'échelle industrielle en s'appuyant sur des données R&D issues d'essais réalisés à l'échelle laboratoire [1].



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Missions divisées en 3 axes : prise en main du sujet / suivi R&D / optimisation du procédé

Gestion de projet : animation de réunions, rédaction de compte rendu et présentation de l'avancée des projets à la direction technique, travail collaboratif en phase de faisabilité avec de nombreux acteurs, internes comme externes au groupe (CEA, CNRS et Framatome)



CONCLUSIONS

BILAN

- Mise en œuvre d'une démarche de gestion de projet : respect des délais, des coûts et de la qualité des livrables
- Prise d'initiative / autonomie
- Prise en compte des contraintes de transposition des résultats R&D à une échelle industrielle
- Développer un regard critique sur les résultats obtenus et avoir conscience des limites des hypothèses et approximations choisies

PERSPECTIVES

- Approfondissement des connaissances de cinétique d'attaque des déchets solides en milieu sels fondus
- Suivi des essais R&D à l'échelle pilote en l'absence et la présence de matières radioactives
- Poursuite des études d'ingénierie pour consolider le dimensionnement du procédé

[1] Dossier de candidature solutions innovantes pour la gestion des matières et déchets radioactifs, et la recherche d'alternatives au stockage géologique profond, T1 2022

Mise au point d'une méthode de contrôle de l'identité d'anticorps par spectrométrie de masse de type MALDI-ISD



BIOMERIEUX R&D IA Biomolecule Engineering – MARTINEZ Jérôme

MARTIN Aurore, GC

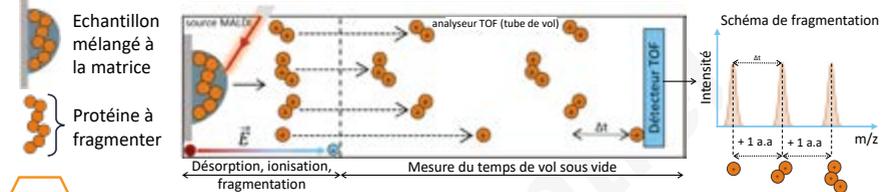
Università degli studi di Padova (Italie)



OBJECTIFS

Développer un outil de contrôle de l'identité des anticorps, avec une méthode qui doit être rapide et simple d'utilisation. Elle s'appuie sur la comparaison spectrale des schémas de fragmentation des anticorps, acquis par spectrométrie de masse MALDI-TOF avec fragmentation ISD (In Source Decay).

Spectrométrie de masse MALDI-TOF avec fragmentation ISD :



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Optimisation de la qualité des spectres

Préparation des échantillons :

- Méthodes et volumes de dépôt
- Concentrations de la matrice et de l'analyte

Traitement des données :

- Traitement du spectre
- Références de calibration

Identification des anticorps

Préparation des échantillons :

- Avec dessalage (zip-tip C₄)
- Sans dessalage (zip-tip C₆)

Traitement des données :

- Gamme de mesure m/z
- Erreur tolérée par l'algorithme d'identification

Résultats de l'optimisation

Résultats de l'optimisation

Création de la base de données finale (~ 100 réf)



CONCLUSIONS

Objectifs atteints : outil d'identification des anticorps simple, rapide d'utilisation et fonctionnel : 94% d'identifications parfaites sur une base de données avec 21 références d'anticorps.

Inconvénients du MALDI-TOF ISD : forte variabilité dans la reproductibilité des spectres acquis, liée à la préparation des échantillons → difficultés d'identification des spectres par le logiciel sensible aux variations d'intensité et à la précision des valeurs de m/z.

Perspectives : Arriver à 0% de faux positifs et augmenter le nombre de références d'anticorps. Diminuer au maximum le nombre d'identifications qui ne donnent pas de résultats.

Ingénieur d'Etudes Procédés sur les sels fondus



ORANO PROJETS – K. EL MRABET

MABOUNDA-MOUILA Maxime, GC

The University of Manchester (Royaume-Uni)



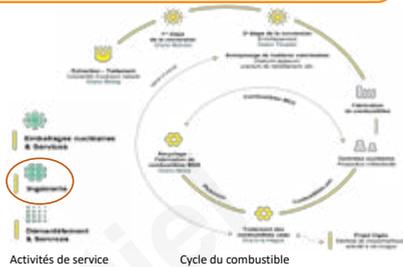
OBJECTIFS

LE GROUPE

Orano entreprise française multinationale spécialisée dans l'énergie et le nucléaire contribue à la gestion des matières et déchets radioactifs issus du traitement de combustibles nucléaires usés.

OBJECTIFS DU STAGE

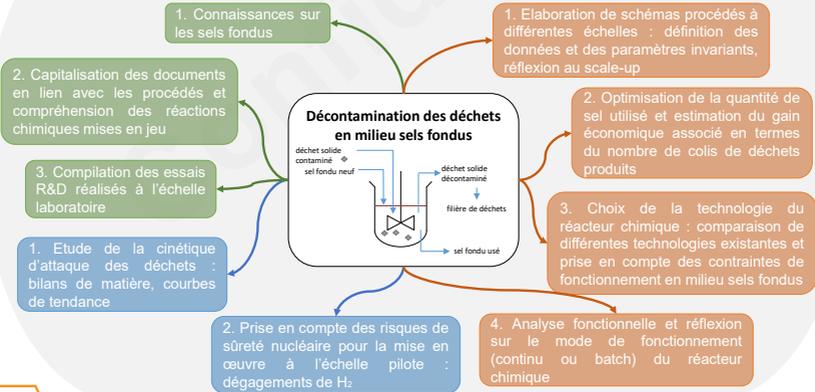
Au sein de l'équipe procédé d'Orano Projets, filiale d'ingénierie du groupe, participation au développement de procédés innovants de traitement de déchets nucléaires en milieu sels fondus à l'échelle pilote et à l'échelle industrielle en s'appuyant sur des données R&D issues d'essais réalisés à l'échelle laboratoire [1].



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Missions divisées en 3 axes : prise en main du sujet / suivi R&D / optimisation du procédé

Gestion de projet : animation de réunions, rédaction de compte rendu et présentation de l'avancée des projets à la direction technique, travail collaboratif en phase de faisabilité avec de nombreux acteurs, internes comme externes au groupe (CEA, CNRS et Framatome)



CONCLUSIONS

BILAN

- Mise en œuvre d'une démarche de gestion de projet : respect des délais, des coûts et de la qualité des livrables
- Prise d'initiative / autonomie
- Prise en compte des contraintes de transposition des résultats R&D à une échelle industrielle
- Développer un regard critique sur les résultats obtenus et avoir conscience des limites des hypothèses et approximations choisies

PERSPECTIVES

- Approfondissement des connaissances de cinétique d'attaque des déchets solides en milieu sels fondus
- Suivi des essais R&D à l'échelle pilote en l'absence et la présence de matières radioactives
- Poursuite des études d'ingénierie pour consolider le dimensionnement du procédé

[1] Dossier de candidature solutions innovantes pour la gestion des matières et déchets radioactifs, et la recherche d'alternatives au stockage géologique profond, T1 2022

Mise au point d'une méthode de contrôle de l'identité d'anticorps par spectrométrie de masse de type MALDI-MSD



BIOMERIEUX R&D IA Biomolecule Engineering – MARTINEZ Jérôme

MARTIN Aurore, GC

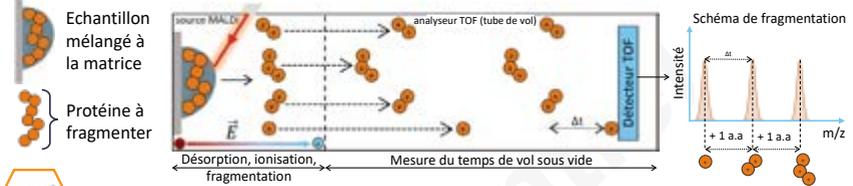
Università degli studi di Padova (Italie)



OBJECTIFS

Développer un outil de contrôle de l'identité des anticorps, avec une méthode qui doit être rapide et simple d'utilisation. Elle s'appuie sur la comparaison spectrale des schémas de fragmentation des anticorps, acquis par spectrométrie de masse MALDI-TOF avec fragmentation ISD (In Source Decay).

Spectrométrie de masse MALDI-TOF avec fragmentation ISD :

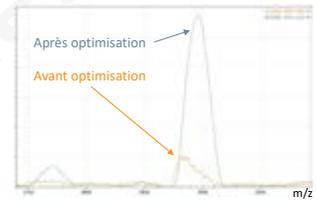


PRINCIPAUX RÉSULTATS

Optimisation de la qualité des spectres

- Préparation des échantillons :
 - Méthodes et volumes de dépôt
 - Concentrations de la matrice et de l'analyte
- Traitement des données :
 - Traitement du spectre
 - Références de calibration

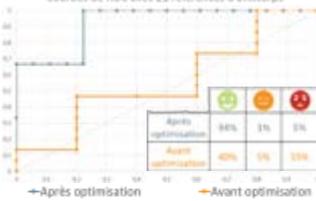
Résultats de l'optimisation



Identification des anticorps

- Préparation des échantillons :
 - Avec dessalage (zip-tip C₁₈)
 - Sans dessalage (zip-tip C₁₈)
- Traitement des données :
 - Gamme de mesure m/z
 - Erreur tolérée par l'algorithme d'identification

Résultats de l'optimisation



Création de la base de données finale (~ 100 réf)



CONCLUSIONS

Objectifs atteints : outil d'identification des anticorps simple, rapide d'utilisation et fonctionnel : 94% d'identifications parfaites sur une base de données avec 21 références d'anticorps.

Inconvénients du MALDI-TOF ISD : forte variabilité dans la reproductibilité des spectres acquis, liée à la préparation des échantillons → difficultés d'identification des spectres par le logiciel sensible aux variations d'intensité et à la précision des valeurs de m/z.

Perspectives : Arriver à 0% de faux positifs et augmenter le nombre de références d'anticorps.

Diminuer au maximum le nombre d'identifications qui ne donnent pas de résultats

Ingénieur d'Etudes Procédés sur les sels fondus



ORANO PROJETS – K. EL MRABET

MABOUNDA-MOUILA Maxime, GC

The University of Manchester (Royaume-Uni)



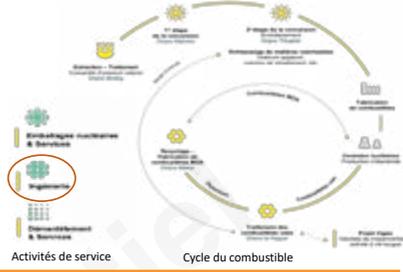
OBJECTIFS

LE GROUPE

Orano entreprise française multinationale spécialisée dans l'énergie et le nucléaire contribue à la gestion des matières et déchets radioactifs issus du traitement de combustibles nucléaires usés.

OBJECTIFS DU STAGE

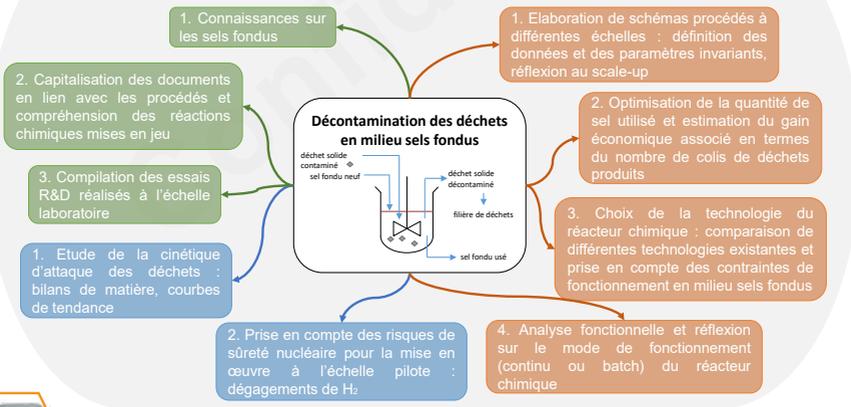
Au sein de l'équipe procédé d'Orano Projets, filiale d'ingénierie du groupe, participation au développement de procédés innovants de traitement de déchets nucléaires en milieu sels fondus à l'échelle pilote et à l'échelle industrielle en s'appuyant sur des données R&D issues d'essais réalisés à l'échelle laboratoire [1].



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Missions divisées en 3 axes : prise en main du sujet / suivi R&D / optimisation du procédé

Gestion de projet : animation de réunions, rédaction de compte rendu et présentation de l'avancée des projets à la direction technique, travail collaboratif en phase de faisabilité avec de nombreux acteurs, internes comme externes au groupe (CEA, CNRS et Framatome)



CONCLUSIONS

BILAN

- Mise en œuvre d'une démarche de gestion de projet : respect des délais, des coûts et de la qualité des livrables
- Prise d'initiative / autonomie
- Prise en compte des contraintes de transposition des résultats R&D à une échelle industrielle
- Développer un regard critique sur les résultats obtenus et avoir conscience des limites des hypothèses et approximations choisies

PERSPECTIVES

- Approfondissement des connaissances de cinétique d'attaque des déchets solides en milieu sels fondus
- Suivi des essais R&D à l'échelle pilote en l'absence et la présence de matières radioactives
- Poursuite des études d'ingénierie pour consolider le dimensionnement du procédé

[1] Dossier de candidature solutions innovantes pour la gestion des matières et déchets radioactifs, et la recherche d'alternatives au stockage géologique profond, T1.2022

Mise au point d'une méthode de contrôle de l'identité d'anticorps par spectrométrie de masse de type MALDI-MSD



BIOMÉRIEUX R&D IA Biomolécule Engineering – MARTINEZ Jérôme

MARTIN Aurore, GC

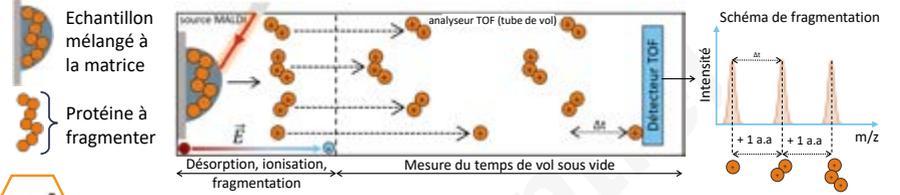
Università degli studi di Padova (Italie)



OBJECTIFS

Développer un outil de contrôle de l'identité des anticorps, avec une méthode qui doit être rapide et simple d'utilisation. Elle s'appuie sur la comparaison spectrale des schémas de fragmentation des anticorps, acquis par spectrométrie de masse MALDI-TOF avec fragmentation ISD (In Source Decay).

Spectrométrie de masse MALDI-TOF avec fragmentation ISD :

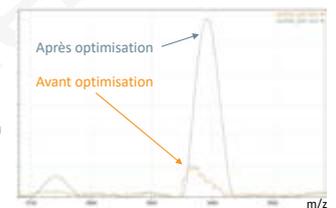


PRINCIPAUX RÉSULTATS

Optimisation de la qualité des spectres

- Préparation des échantillons :
 - Méthodes et volumes de dépôt
 - Concentrations de la matrice et de l'analyte
- Traitement des données :
 - Traitement du spectre
 - Références de calibration

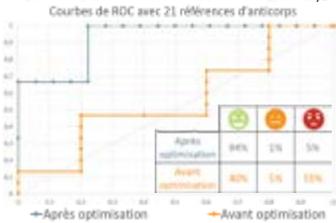
Résultats de l'optimisation



Identification des anticorps

- Préparation des échantillons :
 - Avec dessalage (zip-tip C₄)
 - Sans dessalage (zip-tip C₄)
- Traitement des données :
 - Gamme de mesure m/z
 - Erreur tolérée par l'algorithme d'identification

Résultats de l'optimisation



Création de la base de données finale (~ 100 réf)



CONCLUSIONS

Objectifs atteints : outil d'identification des anticorps simple, rapide d'utilisation et fonctionnel : 94% d'identifications parfaites sur une base de données avec 21 références d'anticorps.

Inconvénients du MALDI-TOF ISD : forte variabilité dans la reproductibilité des spectres acquis, liée à la préparation des échantillons → difficultés d'identification des spectres par le logiciel sensible aux variations d'intensité et à la précision des valeurs de m/z.

Perspectives : Arriver à 0% de faux positifs et augmenter le nombre de références d'anticorps.

Diminuer au maximum le nombre d'identifications qui ne donnent pas de résultats.

Investigation d'un nouveau procédé pour formuler des produits innovants



LVMH RECHERCHE – DES BOUILLONS Mariène



MASSART Clara, GC

CFiBio / CONTRAT PRO

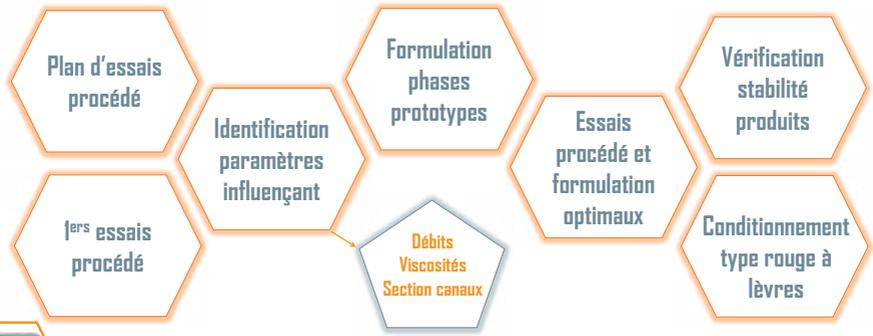


OBJECTIFS

- ✓ **Veille et état de l'art** sur le procédé
- ✓ **Définir** un plan d'essais : paramètres process, répétabilité, formules, etc...
- ✓ **Réaliser** les essais et **optimiser** les paramètres process
- ✓ **Caractériser** les essais obtenus
- ✓ **Mise en place** d'un procédé pour un produit cosmétique type rouge à lèvres
- ✓ **Analyser, exploiter** et **organiser** les résultats obtenus
- ✓ **Animer** des reportings sur les actions via des points techniques réguliers



PRINCIPAUX RÉSULTATS



CONCLUSIONS

Capacité rédactionnelle
Maîtrise prototypage
Esprit de synthèse
Applications
Adaptabilité
Reportings
Visibilité



Ce contrat de professionnalisation m'a permis tout au long d'appliquer les connaissances et compétences acquises à l'école d'un point de vue **professionnel** ainsi que **personnel**



Esprit critique
Organisation
Observation
Autonomie
Confiance
Réflexion
Initiative

INGÉNIEURE PRODUCTION



RUINART – DAHERON Stéven



MÉLONE Florine, GC

Energie & Procédés Intensifiés
CAPRI



OBJECTIFS

- Participation au maintien des certifications ISO (9001, 22000, 14001, 50001) en place sur le site de production (suivi d'audits, pilotage des plans d'actions, formations et rappels des standards...).
- Poursuite de l'analyse de la non-qualité sur l'ensemble des ateliers et pilotage des actions d'amélioration associées (Optimisation des lignes de production et réduction des rebuts).
- Création d'un outil d'optimisation Power BI du rangement des vins en cave et de visualisation en temps réel du stockage.
- Suivi au quotidien des différents indicateurs de performances des lignes de production en vu de les améliorer.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Audit tri des déchets : note de 96.38%

Analyse et réduction des rebuts (flacons non commercialisables) :

- Recherche de la cause et de l'origine de l'apparition de rouille blanche sur les flacons pendant le vieillissement. Étude qualitative et quantitative des flacons sales pour différentes étapes du procédé.
- Définition d'un bon limite pour l'acceptation ou non des flacons suivant l'intensité de la salissure.
- Réflexion sur l'amélioration de la méthode de nettoyage des flacons.
- Accompagnement et transmission des consignes sur le terrain

Optimisation du rangement des vins en cave :

- Recensement des vins dans les caveaux (emplacement, date de sortie prévu).
- Finalisation et mise en fonction d'un Power Bi permettant l'optimisation et la visualisation en temps réel du stockage dans les caves.
- Rédaction d'un document détaillant de la structure du fichier Power Bi.



CONCLUSION

Le procédé champenois impose des périodes non négligeables de vieillissement. Par conséquent, ce procédé en batch influence l'approche expérimentale et la conduite des installations. Ainsi, le résultat de tout changement réalisé sur le process ne sera visible, de part par sa nature, que plusieurs années plus tard.

Mes différentes activités au sein de l'entreprise Ruinart me permettent de découvrir et de me former au métier d'ingénieur de production et d'acquérir une grande expérience du terrain.

Chargée de projet sur un bâtiment innovant de produits biopharmaceutiques : EVolutive Facility



Sanofi – Thomas BOBILLIER CHAUMON

OGOR Iris, GC

CDB / CFiBio / CONTRAT PRO



OBJECTIFS

EVolutive Facility désigne le projet d'un bâtiment de production de produits biopharmaceutiques. Ce bâtiment, qui ouvrira ses portes en 2025, a pour ambition de remettre en question les codes traditionnels de construction du bâtiment et d'intégration de nouveaux produits afin de répondre aux problématiques actuellement présentes dans cette industrie. L'usine s'articule autour de 3 piliers clés : la **Flexibilité**, la Standardisation et la Digitalisation.

L'ensemble de mes missions est rattaché à la conception de la zone de production appelée Ballroom. Mes activités principales sont les suivantes :

Mise en place d'un mode de pilotage des activités en interface avec la Ballroom	Gestion du pôle documentaire	Accompagnement des derniers arrivants sur le projet
---	------------------------------	---



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Mode de pilotage des activités	Gestion du pôle documentaire	Accompagnement
<ul style="list-style-type: none"> Mise en place d'un lien entre les interfaces liées à la Ballroom Planning d'équipe et individuel des activités  <ul style="list-style-type: none"> Transmission des informations au travers de 2 routines : le Teamboard et le TIP (Technical Implementation Plan) 	<ul style="list-style-type: none"> Participation à l'écriture de la première procédure sur le management de la gestion des fuites Mise à jour de la liste documentaire de la Ballroom (procédures, instructions et formations) 	<ul style="list-style-type: none"> Participation à la mise à jour du « Way of Working » de la Ballroom Présentation de la Ballroom Mise en place d'un planning d'accompagnement des nouveaux dans l'équipe



CONCLUSIONS

Mode de pilotage des activités	Gestion du pôle documentaire	Accompagnement
<ul style="list-style-type: none"> Routines fixées dans l'équipe Difficultés de planification liées à un manque de visibilité sur le projet <p>→ Pilotage sur une version digitalisée</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Validation d'un premier jalon clé sur le projet Modèle pour les procédures et instructions de travail Assurer la cohérence des documents : 200 livrables à fournir d'ici 2025 	<ul style="list-style-type: none"> Bons retours suite à l'accompagnement de plusieurs personnes dans l'équipe Accueil de 5 personnes Avoir une stratégie d'accompagnement bien définie pour réussir à intégrer un grand nombre de personnes en 2024

Chargé support de production



SANOFI CHIMIE ARAMON – Samuel ALLAIS

PARIS Guilhem, GC

ISI



OBJECTIFS

Le site de **Sanofi Aramon** est spécialisé en production chimique et biotechnologique. L'activité principale du site est la production de principes actifs (PA).



Objectifs du stage

- Comprendre et optimiser les opérations de nettoyage
- Participer aux missions annexes liées à la production



PRINCIPAUX RÉSULTATS

	Opérations de nettoyage	Production
Opérations de nettoyage	<p>Suivi du geste opératoire en atelier : Observer les campagnes de nettoyage et discuter avec les opérateurs pour identifier des points bloquants.</p> 	<p>Identification statistique des étapes à prioriser : Recherche aux archives pour déterminer les temps moyens et les écarts relatifs de chaque étape.</p> 
	<p>Mise en parallèle et optimisation des paramètres : identifier les étapes qui peuvent être effectuées pendant des temps d'attente et trouver les paramètres optimaux.</p> 	<p>Amélioration de la feuille de nettoyage : Proposer une feuille de nettoyage plus visuelle incluant les modifications proposées.</p> 
Production	<p>Audit : Participer au plan d'action en préparation d'un futur audit.</p>	<p>Fiche de gestion des situations non décrites : Rédaction d'un support qui encadre une situation non décrite par une procédure ou une instruction, aidant l'exploitant dans la gestion.</p>



CONCLUSIONS

Ce stage au sein de la structure de Sanofi Aramon m'a permis de mettre en œuvres ou d'acquérir les compétences suivantes :

- Capacité à communiquer et travailler en équipe 
- Connaissances des outils : Aspen One, SAP 
- Outils de l'amélioration continue 
- Opérations de production 
- Bonne Pratiques de Fabrication (BPF) 

Recherche et Développement en Cosmétique Naturelle



La Compagnie des Sens – Virginie HUGUET

PATTIER Flavien, GC

ENSCl (France)



CONTEXTE et OBJECTIFS

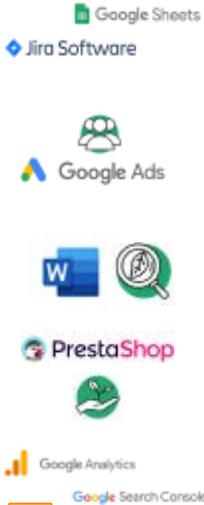
La Compagnie des Sens est une entreprise créée en 2013 ayant pour vocation de mettre à la portée de tous des extraits naturels issus des plantes d'excellente qualité, tout en apportant des conseils avisés en phytothérapie. Ces produits naturels, d'aromathérapie ou de phytothérapie, regorgent de propriétés intéressantes et peuvent s'utiliser aussi bien à des fins thérapeutiques, cosmétiques ou nutritives. L'entreprise mène ainsi une **double mission** : vendre des produits 100 % naturels et BIO ayant un contrôle d'une qualité supérieure, mais aussi proposer des pédagogies détaillées afin d'accompagner toute personne désireuse de se lancer dans l'utilisation des extraits naturels (huiles essentielles, huiles végétales, hydrolats, macérat de bourgeons, aliments et superaliments, plantes médicinales, argiles, etc.)



Au sein de l'entreprise, j'ai intégré le rôle de recherche et développement dans un projet éditorial dédié à la cosmétique naturelle. L'objectif de mon stage de fin d'étude consiste à mettre en place une pédagogie sur les propriétés et l'utilisation des huiles végétales dans le secteur dermo-cosmétique (peau, corps, cheveux, etc.).



PRINCIPALES MISSIONS



- Sélection d'une huile végétale et création d'un cocon sémantique**
Dans un premier temps, une huile végétale est sélectionnée en fonction des recherches utilisateurs (google) afin d'étudier ses propriétés et ses utilisations. Un cocon sémantique est ensuite créé et un tableau de suivi (google sheet) répertorie toutes les thématiques à aborder. Ce dernier coordonne aussi l'ensemble des acteurs du projet. Des tickets sont enfin conçus pour suivre les tâches d'une huile végétale (Jira). Exemple de tâches : Beurre de Karité – Cheveux/Visage/soin des lèvres/cicatrices/grossesse, etc.
- Recherche générale et élaboration d'une structure**
A cette étape, l'objectif est de cibler les attentes des utilisateurs sur l'huile végétale et une thématique sélectionnée. Cela permet, en plus des recherches scientifiques approfondies, de définir un plan. Cette recherche se déroule en trois phases : les questions des internautes, l'analyse des mots clés et l'analyse des concurrents. Les questions des internautes consistent à répertorier les interrogations majeures que se posent ces personnes. L'analyse des mots clés est réalisé grâce à l'outil Google Ads et permet de classer l'importance des mots clés par rapport au volume de recherches des internautes. Enfin, l'analyse des concurrents permet de cibler les mots clés les plus adaptés à glisser dans la structure de l'article.
- Recherche bibliographique approfondie et rédaction de l'article**
En parallèle de la validation structure, des recherches approfondies sont effectuées pour comprendre et expliquer les bienfaits que l'huile végétale apporte à une préoccupation dermo-cosmétique. Des recettes de cosmétiques maison à faire à bases d'extraits naturels (huiles essentielles et végétales) sont ensuite établies en fonction de cette préoccupation. L'article est donc ensuite rédigé sur l'outil de traitement de texte Word.
- Relecture de l'article et intégration sur le site conseil de l'entreprise**
Dès qu'un article associé à une thématique est rédigé, une relecture est effectuée par la cheffe du pôle création produit (tutrice de stage ici). Une fois les corrections apportées/modifiées, l'article peut être intégré dans la partie "conseils" du site web de la Compagnie des Sens via le logiciel Prestashop. L'article vient enrichir et compléter le site contenant à ce jour près de 3000 pages conseils. Il est indispensable d'insérer des maillages transverses (liens entre les articles d'un cocon sémantique) et d'ajouter les sources bibliographiques qui ont menées à la rédaction de l'article sur la page conseil en question.
- Vérification du Search Engine Optimization (SEO) et validation de l'article**
Une dernière étape consiste à valider la pertinence digitale de l'article. Le CEO de l'entreprise utilise des outils de performance digitale tels que google analytics, search console pour cela.



CONCLUSIONS

L'objectif final de ces pédagogies sur les huiles végétales est à terme de faciliter l'utilisation d'extraits naturels dans la vie quotidienne de personnes désireuses de prendre soin d'elles grâce aux plantes. Ce stage de fin d'étude m'aura donc permis de découvrir les nombreuses vertus que peuvent apporter la phytothérapie et l'aromathérapie. De plus, il m'aura permis de développer mes compétences dans la gestion d'un projet et de communication au sein d'une équipe éditoriale dans le secteur de la cosmétique naturelle.

Analyse de Cycle de Vie (ACV) et biodiversité



SOLVAY – Estelle COHET

PUECH Aurélie, GC

Technische Universität Hamburg-Harburg (Allemagne)



OBJECTIFS

Contexte
Nous connaissons actuellement la **sixième extinction de masse** au sein des espèces. Il y a non seulement une diminution du nombre d'espèces (qui est **100 fois plus rapide** que lors des précédentes extinctions de masse (WWF, 2020)) mais aussi une diminution drastique de la taille des populations. Et contrairement aux cinq dernières extinctions, **l'activité humaine est entièrement responsable** de cette chute de biodiversité. Il est d'une importance vitale de replacer le vivant au centre de nos préoccupations si nous ne voulons pas anéantir ce qui constitue l'essence de notre planète, et cela passe par **mesurer l'impact des entreprises sur la nature**. Solvay mesure son impact sur la biodiversité depuis quelques années et souhaite améliorer sa méthode.

L'objectif de mon stage était d'une part d'effectuer une veille méthodologique sur les méthodes d'impact sur la biodiversité, et d'autre part, de proposer des éléments pour améliorer la méthode de Solvay.

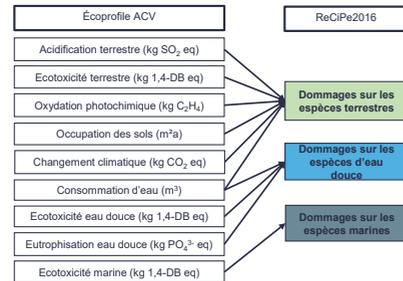
- Veille méthodologique sur les outils de mesure d'impact sur la biodiversité**
 - Avantages et inconvénients de chaque méthode
 - Pertinence et applicabilité de chaque méthode pour Solvay
- Mise à jour de la méthode biodiversité de Solvay**
 - Points forts et points faibles de la méthode actuelle
 - Étude de la pertinence de l'ACV pour la mesure d'impact biodiversité
 - Applicabilité de l'approche SBTn (Science Based Targets for nature)
 - Coherence avec la CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive)



PRINCIPAUX RÉSULTATS

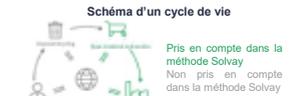
1. Méthode biodiversité Solvay

Chez Solvay, la méthode biodiversité permet d'évaluer l'impact des produits du portefeuille à partir de la méthodologie ACV. Les catégories d'impact utilisées dans le score biodiversité sont présentées ci dessous:



2. Méthodes biodiversité issues de la veille méthodologique

- Méthodes ACV:** ReCiPe2016, ImpactWorld+, LC-Impact, EF 3.1
- Méthodes d'évaluation de l'impact de la chaîne de valeur sur la biodiversité:** OEA, PBF, GBS (GLOBIO), ENCORE
- Méthodes qui évaluent l'état de la nature:** Water Risk Filter (WRF), Biodiversity Risk Filter (BRF), STAR, Trase earth, Global Forest Watch (GFW), Aqueduct, Biodiversity Intactness Index (BII)



Avantages de la méthode

- L'utilisation d'une seule unité (espèces.année) permet de comparer le score biodiversité par pression et par GBU.
- La méthodologie ACV (ReCiPe2016) permet de prendre en compte une grande variété de pressions exercées sur les écosystèmes.
- L'évaluation de l'impact permet de couvrir à la fois l'amont de la production et les pressions directes.

Inconvénients de la méthode

- Pas de découpage des résultats par scope
- L'ACV ne mesure pas un impact réel
- Pas d'intégration de la sensibilité locale (résultats en global)
- Manque de visibilité de l'impact des projets sur les sites de production



CONCLUSIONS

Pistes d'amélioration de la méthode

- Ajout des catégories d'impact suivantes dans le score : transformation des sols, eutrophisation marine, eutrophisation terrestre, acidification marine, acidification de l'eau douce
- Changement de méthode d'impact pour les écoprofiles afin d'intégrer un maximum de polluants issus des bases de données ACV
- Utilisation d'outils d'état de la biodiversité (STAR) et/ou d'outils d'évaluation de l'état de la nature spécifiques à chaque pression (BII pour l'occupation des sols, GFW pour la transformation des sols, WRF pour la consommation d'eau et l'écotoxicité de l'eau)
- Pondération entre les résultats de différents outils et méthodes pour rendre compte de façon plus pertinente de l'impact réel des pressions sur les écosystèmes
- Basculer d'une évaluation par produit à une évaluation par sites de production et commodités
- Inclure les limites planétaires dans les objectifs
- Prendre en compte les services écosystémiques dans l'évaluation
- Inclure l'aval du cycle de vie dans la méthode d'impact environnemental : transport, utilisation et fin de vie du produit
- Prendre en compte toutes les pressions recommandées par l'IPBES (ajout des espèces invasives et de la surexploitation)
- Ne pas se limiter à un seul indicateur biodiversité lié à la diversité des espèces mais aussi intégrer des indicateurs de diversité génétique et de fonctionnement des écosystèmes
- Améliorer la traçabilité d'approvisionnement des matières premières et des sources d'énergie

Court terme

Long terme

Chargée de projet Biocatalyse



SANOFI – Robert Ter-HALLE



RIVIERE Emmanuelle, GC

Polytechnique Montréal (Canada)



OBJECTIFS

Le site de Sanofi à Aramon est focalisé sur la production de principes actifs. Ce sont les substances chimiques permettant l'activité thérapeutique des médicaments.

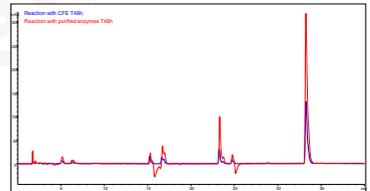
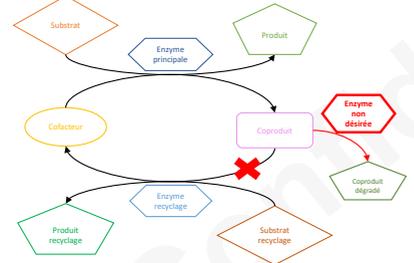
Le projet auquel j'ai participé est basé sur la modification d'un substrat par une cascade de réactions enzymatiques pour obtenir le produit d'intérêt. Actuellement, les réactions sont exécutées avec des enzymes purifiées et certaines étapes incluent le recyclage d'un cofacteur. Mon sujet de stage se concentre sur l'utilisation d'enzymes non purifiées issues de culots cellulaires lysés appelées CFE (Cell Free Extract).

Avantages	Inconvénients
Réduction des coûts : 90% des coûts d'une enzyme sont dus à la purification	Présence d'enzymes natives pouvant former des réactions secondaires Présence de métabolites provoquant une complexification des analyses, et influençant la répétabilité des réactions

- Objectifs du PFE :**
- Évaluation de la possibilité de réaliser les réactions avec ou sans boucle de recyclage en utilisant des CFE
 - Développement de procédé : optimisation de paramètres réactionnels et scale-up
 - Réalisation des réactions à l'échelle de 500 mg

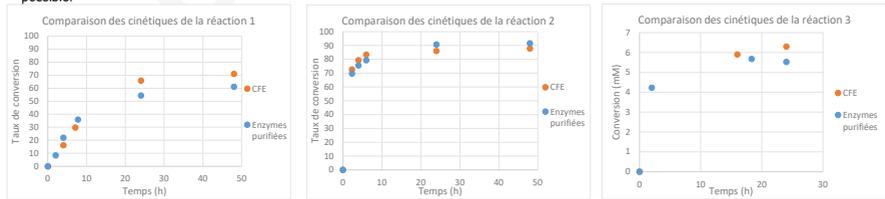


PRINCIPAUX RÉSULTATS



Les produits des réactions avec CFE et avec enzymes purifiées ont des profils analytiques similaires : les CFE permettent bien d'obtenir le produit d'intérêt.

Le coproduit n'est pas stable dans les CFE à cause de la présence d'une enzyme native le consommant. Le recyclage du cofacteur n'est donc pas possible.



La cinétique avec les CFE est identique à celle avec les enzymes purifiées, les réactions fonctionnent de la même façon et donnent le même produit avec le même profil analytique.



CONCLUSIONS

- Objectif 1 :** Les réactions sur le polysaccharide avec les CFE sont réalisables sans la boucle de recyclage du cofacteur
- Objectif 2 :** Les réactions avec CFE ont la même cinétique et leur produits ont les mêmes profils analytiques que les réactions avec des enzymes purifiées.
- Objectif 3 :** Les réactions à grande échelle ont été réalisées

Perspectives : Des tests d'activité des CFE et de taux d'endotoxine sont à développer pour valider l'utilisation de ces enzymes.

Sécurisation et optimisation d'une unité de production



DERIVES RESINIQUES ET TERPENIQUES – ARRATE Théo



ROGER Camille, GC

CDB / CVeBio / CONTRAT PRO



OBJECTIFS

Le site de Vielle Saint-Girons est spécialisé dans la production de **dérivés terpéniques** et **résiniques** provenant des **papeteries** et de différentes techniques **d'extraction du pin** (gemmaison, souche, écorces) majoritairement destinés aux marchés de la **parfumerie** et des **adhésifs**. Je travaille aux côtés d'un ingénieur **production** en charge du secteur **Résines**.

Les différentes missions qui m'ont été confiées concernent les deux unités, de **déshydratation** et de **distillation fractionnée** du Tall Oil, produit issu de l'hydrolyse acide des savons de papeteries et **d'estérification/dismutation** de la colophane, un des produits nobles de la distillation précédente. Les missions sont les suivantes :



Mettre à jour les outils et supports assurant la **sécurité** du personnel sur un site de production ;



Comprendre et gérer l'impact **énergétique** d'une unité de production afin de respecter la norme ISO 50001 ;



Simuler et **dimensionner** une colonne à distiller sur ProSimPlus en collaboration avec le service **Procédés**.

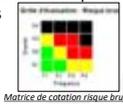
Evaporation et début de distillation du Tall Oil



PRINCIPAUX RÉSULTATS



Analyse des risques rencontrés lors des différentes opérations effectuées



Matrice de notation risque brut



Analyse de l'influence des paramètres de la colonne à distiller : la plus consommatrice en énergie du procédé à l'aide d'un logiciel de **visualisation de données PI**



Simulation sur **ProSimPlus** de la colonne à distiller avec soutirage remplaçant **deux évaporateurs** : couche mince, d'abord représentée par deux colonnes **Shortcut**



Mise à jour des **documents uniques**, d'une dizaine de **modes opératoires** et installation d'une quarantaine **d'affichage en station**.



Affichage sécurisé en station



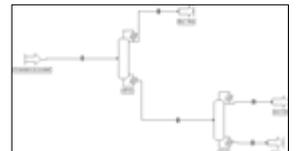
Logigramme, tables de valeurs de référence et **vue sur PI Vision** permettant de piloter la colonne afin de palier production, qualité et énergie (indicateurs clés avec seuils de couleurs).



Vue PI Vision



Taux de **reflux** et **étages théoriques** à combiner.



Flowsheet de la simulation Shortcut



CONCLUSIONS

Les avancées de chaque mission sont les suivantes :

- Les deux documents uniques doivent être intégrés par le service HSE dans le logiciel Pulse et les modes opératoires sont en cours de validation afin de les réintégrer dans le logiciel Qalitel ;
- L'étude sur le pilotage énergétique sera utilisée pour le prochain audit au sujet de la norme ISO 50001 ;
- La simulation et le dimensionnement sont toujours en cours de réalisation.

Titre du sujet de stage



Arkema Jarrie – Henri Salaün



STRAUCH Nathan, GC

Universitate Polytechnica din Bucurest (Romania)



OBJECTIFS

Historiquement spécialisée dans la fabrication du chlore et de ses dérivés, l'usine Arkema de Jarrie est aujourd'hui la plus importante unité de production d'eau oxygénée du Groupe.

Mon stage sur le site d'Arkema se focalise sur la consommation d'énergie, aussi bien électrique pour les électrolyses, que thermique via le réseau de vapeur, des différentes installations.

Des axes principaux se sont détachés sur ces 3 premiers mois:

- La construction, le suivi et l'analyse de différents Indicateurs de Performance énergétique (IPé), par atelier, qui sont communiqué à la direction d'Arkema mais aussi aux autorités via la DREAL.
- Une démarche de re-sensibilisation sur les sujets de l'énergie, avec notamment une accélération du comptage d'énergie et de l'isolation des bâtiments ainsi que du passage LED des points lumineux (décret tertiaire).
- La réalisation d'un projet avec un collègue stagiaire de retour condensats chaud à l'unité de production de vapeur du site



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Création d'un fichier de suivi mensuel de performance des ateliers afin de déterminer un Indicateur de Performance énergétique global à l'usine entière, et proposition d'une valeur cible pour 2023 à partir des projets en cours.

Indicateur de performance énergétique global usine



Répartition de la consommation vapeur du site



Réalisation d'un bilan vapeur en fonctionnement et à l'arrêt en fonction des ateliers et du secteur. Comparaison par rapport aux données d'autres sites de la Business Unit Eau Oxygénée. Ajout des débits vapeur non pris en compte par calcul à partir des fiches de spec.

Suivi économie vapeur de dégazage Projet PPE



Optimisation des réglages de purge de la chaufferie (cogénération) afin d'économiser de la vapeur de dégazage servant à réchauffer l'eau en amont de la chaufferie. Création d'un fichier de suivi des performances de la chaufferie depuis le début d'année, changement des réglages effectifs en Avril.



CONCLUSIONS

Le travail sur le comptage vapeur et les performances de la chaufferie montre déjà des résultats, avec des économies de vapeur et de gaz quantifiables qui correspondent aux objectifs.

La mise en place des Indicateurs de performance énergétique est rendue complexe par la nature de certains ateliers, mais les prototypes proposés semblent pertinents et sont à l'études en ce moment avec les équipes procédés/fabrication.

Enfin, un projet de retour de condensats à la chaufferie avec un autre stagiaire de l'équipe a débuté, avec des gains évalués par un simulateur de la chaufferie que j'ai réalisé.

Étude des potentialités d'un nez électronique



L'Oréal – Reverdin Claire



Strzelecki Nicolas, GC

CDB / CFIBIO



OBJECTIFS

Les nez électroniques sont en développement depuis plusieurs années et bénéficient de l'évolution rapide des technologies. L'odeur d'un produit cosmétique étant très importante pour le client et reflétant parfois un niveau de qualité, ces appareils pourraient trouver leur utilité dans le secteur cosmétique afin d'effectuer des contrôles.



Un partenariat avec une société développant un nez électronique basé sur du biomimétisme a été initié. L'objectif de mon stage est d'étudier les capacités de cet appareil et de porter des conclusions sur l'utilité de cette technologie.

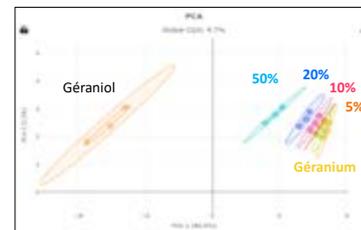
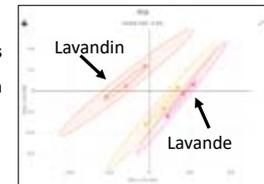


PRINCIPAUX RÉSULTATS

Après la mise au point des protocoles d'analyses et de traitement des données, voici quelques résultats :

Différenciation d'échantillons ayant des odeurs proches

Exemple d'huiles essentielles : lavande et lavandin



Détection d'une contamination dans un échantillon

Etude d'une contamination d'huile essentielle de géranium par du géranol (5% / 10% / 20% / 50%).

- Autres missions :**
- Rédaction des protocoles d'utilisation de l'appareil par type de matrice
 - Communication des résultats aux différentes équipes
 - Travail avec le fournisseur pour régler les problèmes techniques rencontrés



CONCLUSIONS

Les premiers tests qui ont été effectués sont concluants. Cette technologie doit être réservée dans un premier temps au domaine d'expertise, il est encore trop tôt pour la déployer en usine et le travail engagé avec le fournisseur doit être poursuivi pour palier aux problèmes rencontrés.

Etude de l'hydrolyse des chlorosilanes en milieu hétérogène dans un réacteur-échangeur intensif



ELKEM SILICONES – ALEXIS ZENNER

TCHEUMENI Rinna Rose , GC

Parcours GPB



OBJECTIFS

Le site Elkem Silicones de Saint-Fons (69) est spécialisé dans la production de silicones dans différentes familles de produits tels que les résines, les huiles, les gommés etc. Ces produits sont ensuite formulés pour satisfaire aux exigences des différents marchés (santé, transports, construction, etc...)

La demande en résine étant croissante, mon sujet de stage s'inscrit dans la fabrication d'une résine au sein d'un réacteur intensif. Les résines silicones sont des polymères de masse moléculaire relativement faible, possédant une structure de chaîne ramifiée en trois dimensions.

- Au sein du service R&D de l'entreprise Elkem Silicones, j'ai eu pour missions :
- La mise au point d'un procédé intensifié à l'échelle labo
 - La caractérisation du pilote (transfert thermique, pertes de charge, etc.)
 - La démonstration de faisabilité d'une réaction de synthèse de silicones sur ce pilote
 - L'étude cinétique de réactions



PRINCIPAUX RÉSULTATS

La synthèse de résines est réalisée en 3 étapes : la synthèse de l'acide polysilicique (APS), l'hydrolyse des chlorosilanes et la décantation. L'accent est porté sur l'intensification de l'étape de fonctionnalisation de la résine faisant intervenir les chlorosilanes selon la réaction de silylation. Le réacteur intensif utilisé se comporte comme un réacteur piston. Auparavant, cette étape était réalisée dans 2 réacteurs RPA batch. Cette technologie n'était pas optimale en termes de sécurité et de distribution de temps séjour (DTS).

Avantages de l'intensification

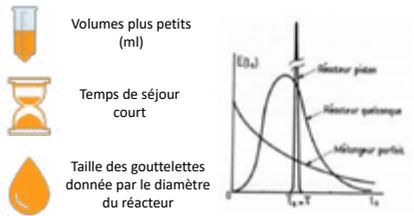


Figure 1 : DTS de différents réacteurs

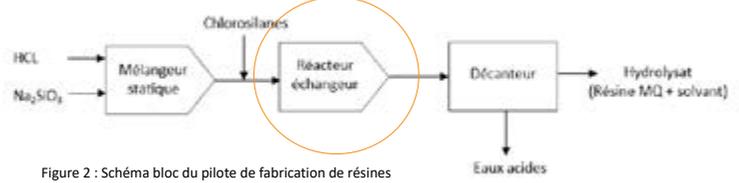


Figure 2 : Schéma bloc du pilote de fabrication de résines



CONCLUSIONS

Les essais sur la première partie du pilote ont débuté. La synthèse de l'acide polysilicique est l'étape la plus compliquée au vu de l'instabilité du composé. Des gels ont été obtenus et envoyés pour analyse. Néanmoins, il reste encore à réaliser les deux autres étapes du procédé pour conclure de l'efficacité de ce pilote.



Coordination des projets internes au site, Valorisation du réseau condensats et Suivi réglementaire



TotalEnergies – CAMPION Damien

TISSEYRE Laure, GC

GSI / ISI / Contrat Pro



OBJECTIFS



1. Coordination de projets internes
- Réaliser le suivi des DMT
- Coordonner les parties prenantes



2. Valorisation du réseau de condensats
- Solutionner le problème 6P4

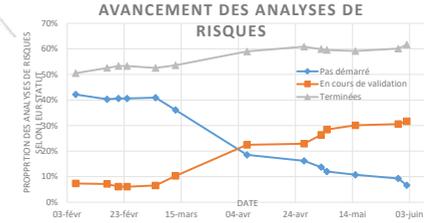
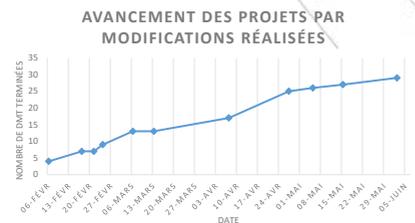


3. Mise en conformité réglementaire
- Suivre la conformité du site



PRINCIPAUX RÉSULTATS

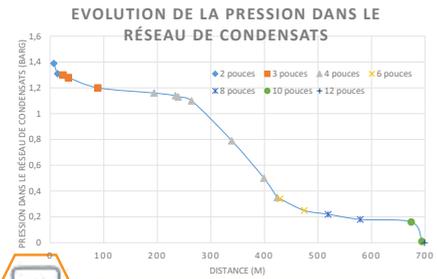
- Evolution de l'avancement des fiches de modifications



Contexte : Suivi sur le logiciel difficile

Résultats : Le suivi des DMT sur le site est à jour. J'ai pu réaliser toutes les analyses de risques nécessaires à la mise en place des modifications proposées par mes collaborateurs. Le graphique de gauche présente l'évolution du nombre de demande de modification terminée (et dont la modification est réalisée sur le terrain). Le graphique de droite montre la diminution du nombre d'analyse de risque non commencée et l'augmentation en conséquence et l'augmentation du nombre d'analyse de risque en attente de validation par les services supports notamment mais aussi l'augmentation du nombre d'analyse de risque terminée. L'analyse de risque est une étape particulièrement importante pour statuer de la viabilité de la modification

- Evolution de la perte de charge dans le réseau de condensats



Après calcul de la perte de charge, il faut faire un choix avec les fournisseurs, soit changer la pompe, soit modifier les caractéristiques de la pompe pour qu'elle puisse revaloriser ces condensats dans le réseau



CONCLUSIONS

Ce contrat de professionnalisation m'a permis d'acquérir une vraie expérience à la fois managériale, technique mais aussi une connaissance des réglementations sévères pour qu'un site industriel soit conforme. Premièrement une expérience managériale grâce à ma position de coordinatrice et de lien entre les ingénieurs et les responsables. Deuxièmement, une expérience technique grâce à la revalorisation des condensats : il faut pouvoir apporter des solutions viables malgré les nombreuses contraintes du réseau.

Alternant Documentation Scientifique



L'ORÉAL – JAMES BERMAN

VIVIANI Juliano Cesar, FISA GC

CFiBio, CDB / Contrat PRO



OBJECTIFS

L'Oréal est la plus grosse entreprise cosmétique au monde, avec ses 36 marques elle est présente dans plus de 150 pays. Mes objectifs sont :

- Apprendre sur le droit des brevets et ses outils
- Apprendre sur les principales matières premières pour les formules cosmétiques
- Compréhension et écriture des dossiers LIBEX (Liberté d'Exploitation)
- Développement d'un avis critique sur la façon de travailler de mon équipe et propositions d'innovations
- Organisation et la mise en disposition des livrables
- Développer mon travail en équipe



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- Mise à jour des dossiers LIBEX face à une croissance exponentielle de brevets de tiers
- Changement de notre SharePoint pour avoir une meilleure organisation des dossiers et des documents à jour
- Réalisations des recherches bibliographiques sur les matières premières utilisés dans les formules
- Nettoyage et compilation de documents LIBEX
- Apprentissage et utilisation des outils des brevets comme Patbase et Questel
- Reformulation d'une Macro pour faciliter notre travail



CONCLUSIONS

Depuis que j'ai commencé à travailler chez L'Oréal j'ai beaucoup évolué professionnellement et personnellement. Il est gratifiant de voir l'impact de mon travail sur l'Entreprise et la responsabilité qui en découle. J'ai acquis des connaissances sur la cosmétique, les formulations, et sur les brevets, mais aussi le travail d'équipe et innovation.

Développement des analyseurs en ligne sur un skid de Fiscal Metering d'une usine de LNG au Qatar



TECHNIP ENERGIES – BERTRAND DOISNEAU

WONG Chai Ting, GC

CFiBio



OBJECTIFS

1. Comprendre le but du fiscal metering (système de comptage fiscal ou « transactionnel »), des analyseurs et les requis techniques et contractuels à respecter.
2. Revoir les plans du fournisseur sur le design du conditionnement d'échantillon et de l'installation 3D des analyseurs avec un esprit critique, identifier les problèmes de son design en m'aidant de l'expertise de mes collègues et des spécifications du projet.
3. Alerter sur les problèmes critiques et proposer des solutions correctives à l'aide de commentaires sur les plans fournisseurs et lors de réunions techniques entre Technip Energies, le fournisseur et le client final.
4. Suivre la résolution des problèmes par le fournisseur et vérifier leurs mises en application à travers les nouvelles révisions des plans.
5. Participer à la FAT (*Factory Acceptance Test*) en usine lors de la réception finale des analyseurs en ligne.
6. Capitaliser les enseignements acquis sur le projet de l'usine de LNG pour préparer le dossier de pré-ingénierie d'une future usine de « Capture de CO₂ » : rédaction des spécifications de base, collecte des données procédés, choix des technologies des analyseurs à mettre en œuvre en fonction des applications, préparation de l'implantation des analyseurs en ligne et préparation de la réquisition pour consultation.

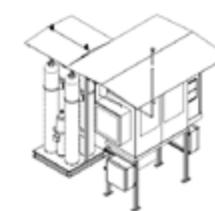


PRINCIPAUX RÉSULTATS

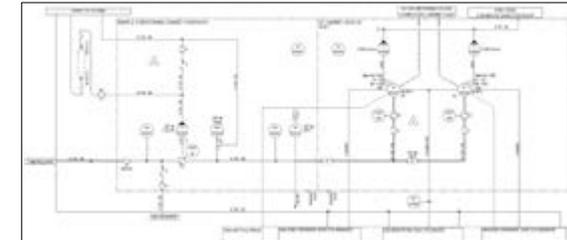
1. Les problèmes techniques sur les analyseurs du fiscal metering de l'usine de LNG ont été identifiés.
2. Les problèmes sont en cours de résolution avec le fournisseur (c'est un processus long).
3. Réception partielle des analyseurs à l'usine aux USA effectuée par le responsable de la réquisition du Fiscal Metering avec mon support.
4. Réception finale et test de stabilité des analyseurs en Hollande programmées en mi-juillet.



Gas Chromatograph (GC)



General Arrangement Drawings (GAD Perspective)



Piping & Instrumentation Diagram (P&ID)



CONCLUSIONS

Au cours de ces trois derniers mois sur le projet de LNG (*Liquidified Natural Gas*), j'ai pu identifier le but et les contraintes des analyseurs en ligne mesurant les propriétés physico-chimiques des fluides, nécessaire au contrôle qualité des produits finis, ainsi qu'à la bonne opération des skids de Metering. J'ai aussi acquis les méthodes de travail de l'ingénierie : réaliser les commentaires croisés des plans du fournisseur avec une approche critique, consulter des fournisseurs pour obtenir des informations, me référer aux spécifications du contrat et au manuel des équipements.

Pour les trois prochains mois, je souhaiterais monter en compétences, être capable de proposer des solutions aux problèmes techniques identifiés, les plus complexes et intervenir plus activement en réunion avec le fournisseur sur d'autres sujets techniques. Enfin je souhaiterais pouvoir basculer sur le projet de « Carbon Capture » pour démarrer les études préliminaires des analyseurs en ligne où les technologies des analyseurs et leurs contraintes techniques devront être définies rapidement.

GÉNIE DES PROCÉDÉS

CONCEVEZ, AMÉLIOREZ, PILOTEZ DES PROCÉDÉS INDUSTRIELS

L'ingénieur ENSIACET «Génie des procédés» bénéficie de solides connaissances théoriques et pratiques concernant les procédés industriels et d'une formation générale en sciences sociales, humaines et économiques.

Il dispose d'une parfaite maîtrise des outils numériques et informatiques, et de compétences solides pour les problématiques énergétiques liées aux ateliers de production. Habitué à travailler en équipe sur des projets pluridisciplinaires, il est capable d'innover et d'inventer de nouveaux procédés, de créer, modéliser et simuler les usines du futur, de piloter leur réalisation et leur conduite afin de les rendre plus rentables, plus «durables», plus propres et plus sûres.



COMPÉTENCES

- Dimensionnez et pilotez les appareils de transformation physiques, chimiques ou biologiques
- Synthétisez, concevez, analysez, simulez, optimisez et contrôlez les procédés
- Concevez, développez et utilisez les outils et méthodes de modélisation des procédés et d'analyse des données
- Maîtrisez les outils numériques et des technologies de l'information et de la communication
- Maîtrisez les concepts généraux en sciences sociales, humaines et économiques, pour devenir un physicien pluridisciplinaire
- Intégrer pour les sites industriels la chaleur récupérable et les besoins énergétiques

POINTS FORTS

- Maîtriser les outils de simulation de procédés
- Concevoir les procédés de demain
- Améliorer les installations existantes
- Piloter les installations industrielles
- Œuvrer pour le développement durable

Formulation et industrialisation d'une base siliconée pour soins capillaires



L'ORÉAL – Patrick LAFFOUGERE



BARBOSA Maria Eduarda, GP

CDB / CFiBio / CONTRAT PRO



OBJECTIFS

Mission globale – apprendre le métier de chargé de projets Pilote :

- Étudier la montée en échelle et l'industrialisation des procédés de fabrication et de conditionnement de formules cosmétiques (développées par la Recherche et l'Innovation) en assurant un **procédé gagnant**.

Objectif du projet :

Développer une base siliconée pour soins capillaires (shampooings et après-shampooings) à partir d'une base existante.

1^{er} étape – Déterminer la composition optimale pour améliorer

- la mise en œuvre en usine (base plus fluide)
- la protection microbiologique (pH > 12,0)

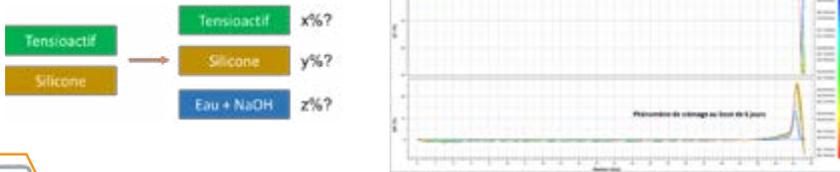
2^{ème} étape – Optimiser le procédé pour le rendre le plus gagnant possible



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- État de lieux** : la base siliconée actuelle (75% de silicone + 25% tensioactif amphotère) est très visqueuse et pose des problèmes de lavage à l'échelle industrielle.
- Modifier la composition en rajoutant des quantités variables d'eau pour la fluidification.
- Sélectionner la formulation la plus stable grâce à un appareil basé sur la diffusion multiple de la lumière (Turbiscan).
- Développer un procédé gagnant qui garantisse une émulsion directe (H/E) et facilite le lavage des installations.

Nouvelle base siliconée



CONCLUSIONS

- La quantité d'eau rajoutée à la formule a un impact direct sur sa stabilité : plus la teneur en eau est élevée et plus la base est instable (crémage).
- La base siliconée retenue sera celle qui présentera le meilleur compromis entre la stabilité et la rhéologie (recherche d'une base fluide).
- Le procédé joue un rôle déterminant du fait du risque d'émulsion inverse (E/H).

Bases testées	A	B	C	D	E
Résultats stabilité	Crémage	Crémage	En cours	En cours	En cours

Optimisation de systèmes d'ancrage et d'assemblage de solutions éco-conçues pour la protection côtière



LINEUP OCEAN / LMGC – Robin ALAUZE / Loïc Daridon



BELBEZE Lucas, GP

USTH (Vietnam)



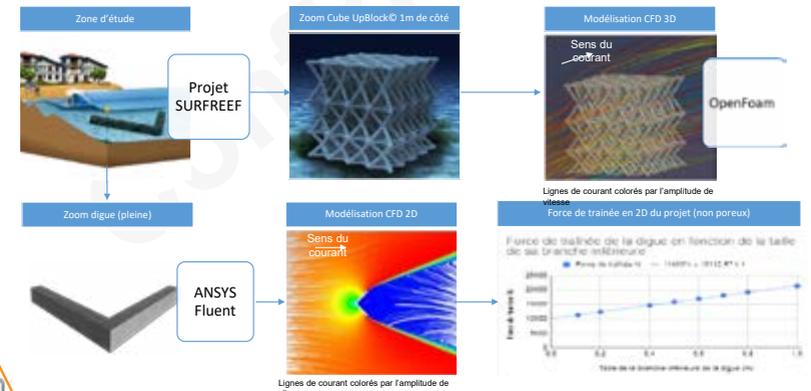
OBJECTIFS

En tant qu'ingénieur junior en recherche appliquée au sein de l'activité "Ecoconception de solutions bio-inspirées" de LINEUP OCEAN en collaboration avec le Laboratoire de Mécanique et Génie Civil de Montpellier (LMGC), mes objectifs sont les suivants :

- Test de différentes structures et Implémentation de la porosité dans les modèles numériques
- Modélisation CFD d'une digue éco-conçue en 2D puis 3D
- Modélisation d'écoulements en conditions multiphasés
- Caractériser numériquement la capacité de dissipation de l'énergie des vagues



PRINCIPAUX RÉSULTATS



CONCLUSIONS

La simulation numérique permet de modéliser les courants, turbulences et l'affouillement autour et à l'intérieur de la digue ou à l'échelle unitaire d'un UpBlock© constituant la digue. La capacité de dissipation de l'énergie des vagues est quantifiée suivant plusieurs dispositions incidentes du maillage intrinsèque à l'ouvrage. Ce travail est pluridisciplinaire : il prend en compte des parties mécaniques avec des chercheurs du LMGC mais aussi océanographiques et biologiques au sein des équipes de LINEUP OCEAN. L'ancrage et l'assemblage seront implémentés aux simulations numériques afin de réaliser des simulations proches des conditions in-situ réelles.

Suivi de production et mise en place d'un logiciel d'ordonnancement

TOULOUSE INP Ensiacét



Sanofi Chimie Aramon – VHEL Romuald

sanofi

BENHARIRA Adam, GP

CDB / PPQPS / CONTRAT PRO



OBJECTIFS

Le suivi de production est une activité importante liée au bon fonctionnement de l'atelier. Afin de faciliter l'organisation et les prévisions de production, le projet de mettre en place un logiciel d'ordonnancement a débuté. C'est dans ce cadre-là, que je dois :

- Estimer les durées d'utilisation des équipements ;
- Participer aux réunions hebdomadaires ;
- Suivre et analyser des données de production ;
- Participer aux investigations liées à certains produits ;
- Mettre en place des solutions à la suite des déviations ;
- Améliorer et mettre à jour les feuilles de fabrication.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Mon travail s'est orienté sur la production d'un principe actif, réalisée en plusieurs étapes résumées ci-dessous :



Les principaux résultats à ce jour sont les suivants :

- Réalisation d'un diagramme de Gantt en suivant la production du principe actif;
- Mises à jour des documents de fabrication et ajout d'un équipement filtrant;
- Estimation des limites d'impuretés acceptables selon le procédé impliqué;
- Homogénéisation d'un geste opératoire suite à un lot sorti non-conforme.



CONCLUSIONS

Mon travail a déjà pu servir à l'implémentation de données dans le logiciel d'ordonnancement qui sur le long terme devrait être utile à l'ensemble du personnel de l'atelier.

Plusieurs tâches diverses ont déjà été réalisées sur le plan de la production, ce qui m'a permis d'avoir une vision globale sur les procédés mis en œuvre, leurs intérêts et les risques associés.

Mon travail se portera désormais sur un autre produit de l'atelier avec la création d'une nouvelle configuration industrielle.

Développement de projets photovoltaïques

TOULOUSE INP Ensiacét



INEO EQUANS – M. Pierre PENNAVAYRE

INEO
UNE MARQUE DE EQUANS

BERGOUGNOUX Camille, GP

EPI / EcoEnergie / CONTRAT PRO



OBJECTIFS

Durant mon stage au sein du service Développement et Innovation, l'objectif est de proposer une solution photovoltaïque répondant aux besoins du client, qui peut être :



Les besoins peuvent varier selon le client :

- La volonté de **maîtriser ses dépenses énergétiques** : produire une partie ou la totalité de ses besoins en électricité permet de réduire sa dépendance vis-à-vis du réseau et des fluctuations du prix de fourniture.
- L'obtention de **revenus complémentaires** en valorisant le patrimoine disponible : en s'adressant à un fournisseur d'énergie ayant une obligation d'achat (EDF, agrégateurs...), il est possible de vendre une partie ou la totalité de sa production.

- Le **respect du cadre réglementaire** : la loi Accélération de la production des énergies renouvelables du 10 mars 2023 impose une couverture minimale des toitures des bâtiments résidentiels neufs (30% en 2023 et 50% en 2027) et les parkings extérieurs de plus de 1500 m² devront être équipés de panneaux solaires sur au moins la moitié de leur surface.
- La volonté de **produire sa propre énergie et de contribuer à la transition énergétique** : le photovoltaïque permet à la France d'aspirer à la neutralité carbone d'ici 2050. D'autre part, il contribue à décarboner l'énergie utilisée par les entreprises et répond à de nouvelles politiques environnementales (ou stratégies de communication) imposées en interne.

Selon les projets, il existe différents types de raccordement :



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Quel type de centrales ?

Quelle puissance est-il judicieux d'installer ?

- **Centrale au sol** : elle permet d'exploiter des terres non utilisées par le client pouvant être valorisées ;
- **Centrale en toiture** : cette alternative est plus contraignante car elle implique une reprise de charge et une étanchéité suffisantes pour accueillir la centrale (système d'intégration et modules). Une lecture du DOE (Dossier des Ouvrages Exécutés) de la toiture sera nécessaire en amont ;
- **Centrale en ombrières** : les ombrières sont utilisées pour abriter les parkings. Il s'agit du type de centrale le plus demandé.



Quels paramètres à prendre en compte dans l'installation ?

- Pour optimiser la production, il est nécessaire de trouver un compromis entre l'**inclinaison**, l'**orientation** des modules et leur **position** par rapport aux **sources d'ombrage**. Le **productible** indique l'**énergie produite en kWh par kWc** de modules installés à l'année, et nous est fourni par les simulations numériques (PVSyst).

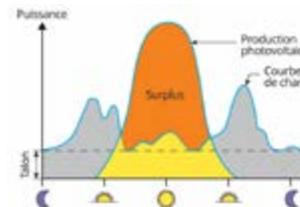


Comment déterminer la rentabilité économique d'un projet photovoltaïque ?

- Pour un raccordement en **autoconsommation**, la rentabilité économique dépendra du **capital à investir (CAPEX)** et des **gains réalisés sur la facture d'électricité** (kWh d'électricité produits autoconsommés). Dans le cadre de la **vente de surplus**, il s'agira d'ajouter la **vente de l'énergie injectée sur le réseau**, impliquant des impôts (IFER...) à prendre également en considération.



CONCLUSIONS



- Chaque type de centrales nécessite des études spécifiques en amont des projets : **étude de sol** pour les ombrières et centrales au sol, **étude de structure** (analyse de la nature de l'étanchéité et de l'isolant et de la reprise de charge) pour les installations en toiture. L'analyse du **PLU** (Plan Local d'Urbanisme) est également nécessaire afin de prendre en compte les contraintes urbanistiques. Enfin, la présence d'un aéroport à moins de 3 kilomètres du site d'implantation peut justifier une **étude de réverbération**. Ces études influencent la phase avant-projet et la planification des travaux.
- La spécificité de chaque projet nous amène à développer des centrales uniques ; en effet, des contraintes d'implantation peuvent nous conduire à trouver (et parfois concevoir) des systèmes d'intégration précis.
- Nos clients sont de plus en plus sensibilisés à la provenance des modules photovoltaïques ; nous essayons pour cela d'utiliser des modules d'origine européenne, voire française.

Chargée HSE

PIERRE FABRE – ERRECART Cécile

CAMBON Estelle, GP **MAMAR / QSE / CONTRAT PRO**




OBJECTIFS

Les objectifs de la mission sont :

- 1) La mise à jour de l'Evaluation du risque chimique sur l'ensemble du site (ateliers de production, laboratoire d'analyse...) grâce au logiciel Pulsse.
- 2) Le suivi des essais visant à la mise en place d'un exosquelette sur le site. Ces essais ont pour but de déterminer les endroits du site où la mise en place de l'exosquelette est la plus bénéfique.
- 3) La formation et la sensibilisation du personnel aux problématiques HSE (Hygiène- Sécurité – Environnement)



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- 1) Pour l'évaluation du risque chimique
 - Diverses observations visant à l'évaluation ont été effectuées.
 - Recensement des produits présents sur le site
 - Nettoyage de l'inventaire : plus de 200 produits non utilisés sur le site ont été retirés de l'inventaire du logiciel
 - Mises à jour de la base des Fiches de Données de Sécurité (FDS) du site
 - Mise à jour de plus de 50% des situations (Nouvelles Situations comprises)
- 2) Pour la mise en place de l'exosquelette
 - Formation du personnel volontaire à la mise en place de l'exosquelette
 - Création et suivi des Retours d'Expérience
- 3) Formation et sensibilisation:
 - Formation de tout le nouveau personnel (intérimaires, stagiaires, CDI) aux principaux risques à leur arrivée sur site
 - Sensibilisation du personnel à la sécurité à travers des « échanges sécurités »
 - Réalisation de supports vidéo (concernant l'exosquelette et le projet de méthanisation)



CONCLUSIONS

Par le biais de ces différentes missions, le but est de protéger les salariés pendant leur temps de travail mais cela se répercute aussi sur leur santé future. La réalisation de ces missions passe par l'échange avec les divers acteurs du site (opérateurs, laborantins,...)

Méthodologie de simulation numérique du procédé de Fabrication additive WAAM

SEGULA Technologies – RATSIFANDRIHANA Léon

CAVREL Victor, GP **Chalmers (Suède)**




OBJECTIFS

La fabrication additive ou impression 3D est un procédé de fabrication qui permet de créer des pièces couches par couches de formes complexes. Le dépôt d'énergie concentré (DED) est une des techniques de fabrication additive qui dépose sur un support (substrat), un matériau en fusion à l'aide d'un faisceau laser, d'un faisceau d'électrons ou d'un arc électrique. La matière première est sous forme de poudre ou de fil métallique. Le WAAM (Wire Arc Additive Manufacturing) fait partie de la famille DED et utilise un arc électrique pour source de chaleur et un fil comme apport de matière. L'objectif des travaux de R&D est de développer une méthodologie de simulation numérique pour le dépôt de cordons en Inconel 625 par le procédé de fabrication additive WAAM.

- Prévoir et comprendre le comportement thermomécanique lors de la fabrication ;
- Comprendre l'impact des paramètres opératoires du procédé de fabrication sur la qualité de la pièce ;
- Valider le modèle numérique avec la littérature ;
- Anticiper, visualiser et atténuer les distorsions et contraintes résiduelles.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Définition du modèle

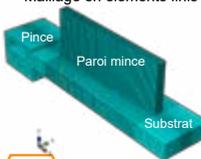
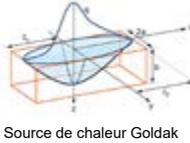
→ Simulation numérique de la fabrication d'une paroi mince de 42 couches

Matériau : Superalliage à base de Nickel
→ Inconel 625
Définition des propriétés thermomécaniques
→ Conductivité thermique, chaleur spécifique, module d'élasticité, etc.

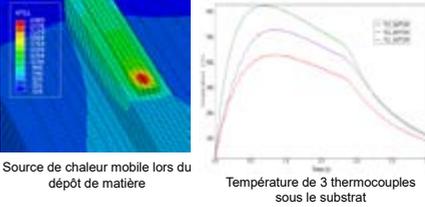
Définition des paramètres de simulation :
→ Puissance de l'arc, vitesse de la torche, temps de refroidissement, etc.

Définition de la stratégie d'apport de matière:
→ Modélisation source de chaleur mobile (Goldak)
→ Définition de la stratégie de dépôt de matière

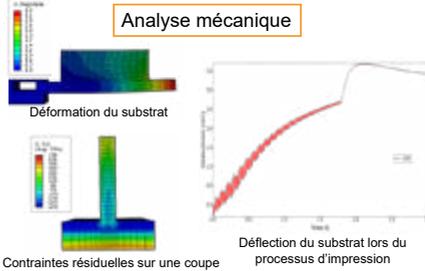
Maillage en éléments finis

Analyse thermique



Analyse mécanique



Contraintes résiduelles sur une coupe



CONCLUSIONS

Les premières simulations permettent de prédire le comportement thermique et mécanique lors de la fabrication de la pièce. La suite des travaux consiste à optimiser les paramètres opératoires de fabrication pour améliorer la qualité de la pièce. Les travaux de recherche m'ont permis de mettre à profit les compétences de simulation numérique acquises lors de la formation GP sur un autre domaine tels que la fabrication additive et la mécanique des matériaux. Ce projet me permet donc d'agrandir mon champ d'action en vu d'entrer au mieux dans la vie professionnelle.

Etude efficacité énergétique du procédé combiné co-électrolysé eau/CO₂-synthèse de méthanol

TOULOUSE
INP Ensiacét



TotalEnergies – Giacomo Grasso

CHARRON Ael, GP

EPI / ELENSYS



OBJECTIFS

TotalEnergies, SunFire et Fraunhofer se sont alliés sur le projet e-CO₂Met, convertir le dioxyde de carbone (CO₂) capturé en méthanol avec de l'énergie électrique renouvelable. Plusieurs voies sont possibles. Le projet s'intéresse à la combinaison électrolyse de l'eau puis conversion du CO₂ par de l'hydrogène vert en méthanol. Lors de mon stage, j'ai étudié la combinaison co-électrolyse CO₂/eau puis conversion du syngas en méthanol. Cette étude permet de déterminer quelle voie est la plus efficace énergétiquement.



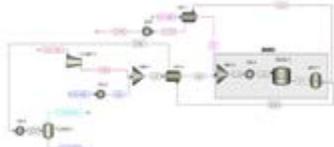
Graphique de TotalEnergies

Mes objectifs :

- Modélisation du procédé combiné par le logiciel de simulation ASPEN
- Analyse exergetique et Etude Efficacité Energétique de la combinaison de départ
- Proposition de solutions d'amélioration de l'Efficacité Energétique du procédé combiné: potentiel d'efficacité énergétique
- Implémentation des solutions d'Efficacité Energétique et comparaison avec base



PRINCIPAUX RÉSULTATS



Flowsheet de la partie co-électrolyse

Propositions de solutions d'amélioration de l'efficacité énergétique :

- Remodelage du réseau d'échangeurs, utilisation des sources chaudes pour chauffer les sources froides
- Production de vapeur grâce aux sources chaudes pour produire de l'électricité
- Utilisation de l'exothermicité de la co-électrolyse dans une autre partie du procédé
- Travail sur les pressions pour le train de purification



CONCLUSIONS

Compétences et connaissances acquises :

- ✓ Etude bibliographique (technologies des électrolyseurs, technologies des réacteurs, brevets, paramètres cinétiques)
- ✓ Utilisation du logiciel de simulation ASPEN Plus
- ✓ Pratique de l'anglais avec des collègues internationaux

Préparation d'un workshop sur les économies d'énergie et la décarbonation – Projets d'intégration énergétique

TOULOUSE
INP Ensiacét



Nestlé Nunspeet – Andrew Batley

CHATAUX Stanislas, GP

EPI / ELENSYS



OBJECTIFS

L'usine de Nestlé Nunspeet produit du lait infantile en poudre. Le stage a été effectué au sein de l'équipe Energie et Durabilité du site.

L'objectif du stage est de préparer un workshop qui se déroulera en septembre, afin de décider d'une carte de route pour les prochaines années, dans le but d'atteindre les objectifs fixés par Nestlé en termes de décarbonisation à savoir :

- Réduction de 50% des émissions de carbone d'ici 2030
- Neutralité carbone d'ici 2050

Pour cela, les différentes étapes du stage sont :

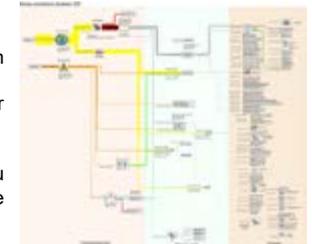
- Collecte de données sur les consommateurs d'énergie
- Cartographie des consommations énergétique du site
- Collecte d'idées de projets d'économie/récupération d'énergie et optimisation du procédé
- Quantification des gains potentiels
- Etudes complémentaires sur les projets prioritaires
- Analyse pinch du procédé
- Premier pas de la mise en place d'un système de management de l'énergie
- Analyse du réseau de centrales de traitement d'air en vue d'optimisations



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Ces étapes ont permis de produire ces livrables :

- Cartographie des consommations du site par le moyen d'un diagramme de Sankey
- Liste de potentiels d'améliorations chiffrés à discuter lors du workshop



Le livrable final est le plan d'action qui sera élaboré lors du workshop et représenté sous la forme d'un diagramme cascade



CONCLUSIONS

Ce workshop va permettre à l'usine de s'accorder sur une feuille de route de projets et de lancer une dynamique d'amélioration continue sur les sujets énergétiques pour atteindre ses objectifs de réduction d'émissions carbone.

Ce stage m'a permis de mettre en application les notions d'intégration énergétique et d'optimisation de réseau d'échangeur vues en Elensys, tout en faisant face à des challenges spécifiques à l'industrie agroalimentaire.

Dimensionnement et choix des conditions opératoires de réacteurs chimiques



PROCESSION – SANO COELHO RENATO

FERREIRA MARTINS Danilo, GP

EPI / ELENSYS / CONTRAT PRO USP (Brésil)



OBJECTIFS

Créer un outil pour le dimensionnement de différents types de réacteurs chimiques en utilisant comme données d'entrée principales le temps de séjour, la conversion souhaitée et le débit.

Paramètres calculés:

- Dimensionnement : Volume, diamètre
- Choix de conditions opératoires : Vitesse d'agitation
- Identification de limite de transfert de matière et chaleur
- Estimation du CAPEX et OPEX

Types de Réacteurs étudiés:

- Cuve agitée
- Réacteur tubulaire
- Lit fixe
- Colonne à bulle

Cas étudiés:

- Régime turbulent ou transitionnel
- Régime laminaire
- Système homogène
- Système hétérogène



PRINCIPAUX RÉSULTATS

➢ **Etape 1 : Définir les paramètres du cas d'étude.**

Pour un système homogène, en régime turbulent et pour un réacteur agité, qui utilise les données d'initialisation suivantes:

➢ **Etape 2 : Calculs de base**

Le volume est calculé directement par le produit du temps de séjour et du débit et divisé par 0,8, valeur choisie pour la marge de sécurité.

➢ **Etape 3 : Choix de conditions opératoires**

Nous calculons les principales constantes, la vitesse de rotation et la puissance nécessaire.

➢ **Etape 4 : Choix de technologie**

On peut choisir le type d'agitateur et comparer les résultats pour les différents types :

➢ **Etape 5 : Estimation du CAPEX**

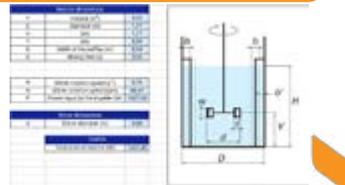
En choisissant les propriétés physiques du réacteur, telles que le matériau, l'épaisseur, l'enveloppe, la puissance du moteur et d'autres aspects, nous parvenons à une première estimation du CAPEX.



CONCLUSIONS

➢ On a démontré les résultats et la méthode de calcul pour le cas homogène, qui peut être considéré comme un travail prêt à l'emploi jusqu'à ce point.

➢ Cependant, le cas hétérogène est en cours de développement, avec la mise en œuvre de calculs de transfert de masse et de chaleur qui peuvent influencer l'estimation de la vitesse de rotation, ainsi que le choix de la technologie et des conditions opératoires.



Ingénierie production



EUROAPI – AMELIE BUCHET

FIERROS Sarai, GP

CDB / GPB / CONTRAT PRO



OBJECTIFS

Euroapi est une entreprise pharmaceutique leader dans la production de **principes actifs pharmaceutiques** (APIs). Le site de Saint-Aubin-lès-Elbeuf (76) est spécialisé dans les activités de fermentation grand volume, et les procédés d'extraction associés.

Au sein de l'atelier d'extraction de la Pristinamycine, en tant qu'alternant ingénieur production, les objectifs de mes missions sont:

- Comprendre le **procédé** d'extraction de la pristinamycine en identifiant les phases et paramètres critiques du procédé ainsi que les points importants de qualité.
- Estimer la **consommation des utilities** tel que l'électricité, la vapeur et l'eau au niveau de l'atelier d'extraction.
 - Identifier les **usages énergétiques significatifs** (UES).
 - Définir les **indicateurs de performance énergétiques** (IPE) appropriés permettant de démontrer l'amélioration énergétique.
- Réaliser des **investigations** afin de trouver la source des **dérives** du fonctionnement de l'installation.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Suivi de la consommation énergétique.

Dans le cadre de la certification ISO 50001, Euroapi a mis en œuvre un système de management de l'énergie (SME). Chaque atelier de production du site doit évaluer les usages et les **consommations énergétiques** hebdomadaires.

L'extraction de la Pristinamycine est un procédé qui consomme environ le 16% de la **vapeur** du site, une partie importante de cette consommation est due à la récupération des solvants par distillation. **70% de l'électricité** totale consommée par le bâtiment appartient aux pompes d'une des étapes critiques du procédé donc des paramètres tels que le débit d'alimentation et l'Overall Equipment Effectiveness (OEE) exercent une influence très importante sur la consommation totale. Les **IPE** définis pour évaluer la performance énergétique sont exprimés en kWh/ Tonne de produit.

Investigations

Lors de l'identification des **dérives de paramètres** une investigation doit être réalisée. La **méthode troubleshooting** est utilisée au sein de l'atelier pour trouver la source du problème et mettre en place des actions pour éliminer ses impacts. Un outil de base de cette méthode est le QQOCCP (Qui, Quoi, Ou, Quand, Comment, Combien, Pourquoi) pour la récupération des données et l'analyse de l'information afin de comprendre le problème.

Rédaction des modes opératoires

Les grands récipients pour vrac (GRV) destinés au stockage des produits de nettoyage doivent être rincés avant d'être évacués. Pour des raisons de **sécurité** ces conteneurs ne doivent pas contenir de traces de produit chimiques. Un **mode opératoire** a été rédigé afin de présenter les étapes à suivre en incluant un point important de sécurité qui est la mesure du pH afin de confirmer la propreté du récipient.



CONCLUSIONS

Comprendre le procédé et les paramètres de fonctionnement a été une partie essentielle pour le déroulement de mes missions. Être intégrée dans l'atelier d'extraction de la Pristinamycine m'a permis d'améliorer mes compétences techniques, analytiques et surtout relationnelles. Travailler sur des projets qui ont des impacts sur le produit final a représenté un défi et une réussite pour mon projet professionnel.

Assistance Procédés

TOULOUSE INP Ensiacét



SOLVAY – GIULIANA PEDINOTTI

GOUVEIA ROQUE Nicole, GP

GSI / ISI
CONTRAT PRO



OBJECTIFS

Site industriel de Solvay à Clamecy



- Secteur d'activité Novecare : tensioactifs de spécialité, polymères, amines, guars et dérivés phosphorés.
- Produits avec des propriétés nettoyantes, adoucissantes, hydratantes, dispersantes, etc.



Assistance procédés



Participer à la réalisation d'essais



Réaliser l'amélioration continue pour l'atelier de production



Industrialiser des nouveaux produits



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Produit	Matrice	État
Produit 1	Matrice 1	OK
Produit 2	Matrice 2	OK
Produit 3	Matrice 3	OK
Produit 4	Matrice 4	OK
Produit 5	Matrice 5	OK
Produit 6	Matrice 6	OK
Produit 7	Matrice 7	OK
Produit 8	Matrice 8	OK
Produit 9	Matrice 9	OK
Produit 10	Matrice 10	OK
Produit 11	Matrice 11	OK
Produit 12	Matrice 12	OK
Produit 13	Matrice 13	OK
Produit 14	Matrice 14	OK
Produit 15	Matrice 15	OK
Produit 16	Matrice 16	OK
Produit 17	Matrice 17	OK
Produit 18	Matrice 18	OK
Produit 19	Matrice 19	OK
Produit 20	Matrice 20	OK

Figure 1. Partie d'une matrice de lavage d'un réacteur.

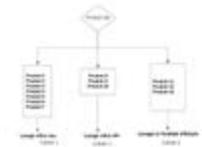


Figure 2. Diagramme des lavages d'un réacteur.



Figure 3. Résultat d'un essai de lavage d'un réacteur.

- Revue des modes opératoires de lavage existants (Fig.1);
- Correction des matrices de lavage (Fig.2);
- Etude d'autres types de lavage/amélioration des lavages des réacteurs et préparantes (Fig.3);

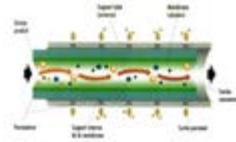


Figure 4. Processus d'une opération d'ultrafiltration réalisée pour un essai de recyclage.

- Élaboration des modes opératoires pour les essais, participation aux essais et rédaction de compte rendu des résultats (Fig.4);
- Travail dans le dimensionnement de pompes pour changement des pompes de chargement de matières premières de l'atelier de production.



CONCLUSIONS

D'un point de vue personnel, cette période en entreprise m'a permis de participer au travail quotidien sur un site industriel et de comprendre les enjeux d'un atelier de production multi produit chimique. L'expérience m'a permis de renforcer les compétences acquises lors du parcours génie de procédés en travaillant dans des missions diversifiées et en communication avec différents secteurs de l'usine.

Evaluation d'un bassin numérique implémenté dans le code CONVERGE pour l'étude hydrodynamique d'éolienne flottante

TOULOUSE INP Ensiacét



IFPEN – Guillaume VINAY et Karine TRUFFIN

HANNE Marion, GP

FEP / Master DET / Contrat Pro



OBJECTIFS

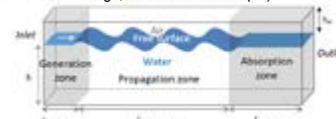
Mon stage s'inscrit dans le projet Provence Grand Large visant à installer 3 éoliennes flottantes au large de Fos-sur-Mer d'ici fin 2023, qui produiront chacune l'équivalent de la consommation électrique annuelle de 45 000 habitants. L'objectif du stage est de valider un modèle numérique de générateur de houle avec le logiciel CFD Converge à l'aide de données expérimentales nécessaires au design de ces flotteurs et de résultats OpenFOAM, logiciel CFD open-source, issus d'une thèse IFPEN. (C.Clément, « Investigation of Floating Offshore Wind Turbine Hydrodynamics with Computational Fluid Dynamics »)

D'abord, le générateur de houle seule implémenté dans Converge sera évalué et comparé au jeu de données. Ensuite, des flotteurs de complexité croissante (cylindre vertical puis flotteur à lignes tendues) seront placés dans ce bassin numérique afin d'évaluer les efforts hydrodynamiques lorsqu'ils sont soumis à une houle régulière et les comparer avec le jeu de données.

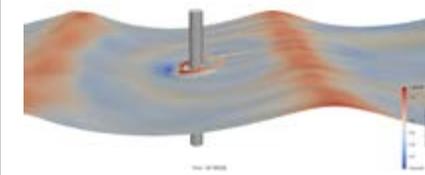


PRINCIPAUX RÉSULTATS

Dans l'interface de Converge, la géométrie du bassin numérique est implémentée et des conditions aux limites sont imposées pour simuler la houle seule. Afin de déterminer une configuration optimale du bassin numérique, une étude de sensibilité paramétrique est réalisée (variation de la longueur de la zone de génération et absorption, du pas de temps de simulation, du niveau de raffinement du maillage, du schéma numérique).



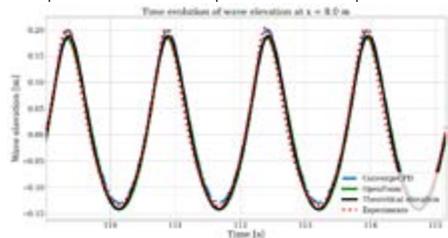
Ensuite, un cylindre fixe est placé dans le bassin numérique et les efforts hydrodynamiques s'exerçant sur lui sont évalués.



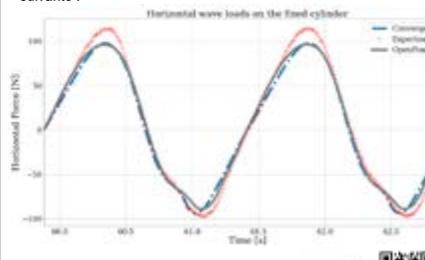
Pour valider le modèle, les résultats sont post-traités :

- Graphiquement : l'évolution temporelle de l'élévation et celle de la hauteur moyenne de la houle le long du bassin sont tracées
- Quantitativement : des erreurs relatives sur la hauteur moyenne sont calculées

Les résultats issus de la simulation numérique sont ensuite comparés avec les données expérimentales et théoriques.



Une étude de sensibilité du maillage autour de la structure permet d'obtenir l'évolution temporelle des forces de pression suivante :



Simulation de la houle sur le cylindre



CONCLUSIONS

Cas de houle seule : les comparaisons quantitatives avec les prédictions théoriques sont en bon accord, bien que légèrement plus importantes qu'avec OpenFOAM.

Cas du cylindre : l'allure des signaux numérique et expérimental sont en adéquation bien que Converge sous-estime légèrement au niveau des forces maximales.

Prochaine étape : Introduire un flotteur à lignes tendues dans le bassin numérique et évaluer les efforts hydrodynamiques exercés sur celui-ci.



Energie et Optimisation de l'Efficacité Énergétique de la Raffinerie de Donques

TOULOUSE INP Ensiacét



TOTALENERGIES – FABIEN JOLY

HENRIQUES FERRAZ Lucca, GP

EPI / ELENSYS / CONTRAT PRO UFRJ (Brésil)



OBJECTIFS

Système de Management de l'Énergie :
Amélioration et adéquation



Revue et suivi énergétique des unités de la raffinerie :
Distillation (DEE) et Reformeur Régénératif (RR)

Suivi de l'encrassement des échangeurs de préchauffe de la distillation



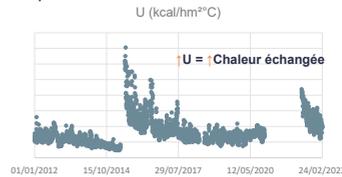
PRINCIPAUX RÉSULTATS

Amélioration de la performance énergétique de la plateforme



Préchauffe DEE

- 100^{aines} d'échangeurs répartis en deux trains parallèles ;
- Objectif : réduire la consommation au four ;
- Méthode de calcul développé pour identifier les principaux acteurs de l'encrassement.

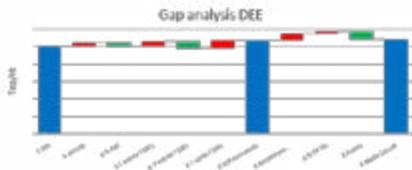


CONCLUSIONS

Indicateur de Performance Énergétique

Amélioration du modèle et du fichier :

- + fiabilité
- + précision
- + performance



- Détermination des échangeurs les plus encrassants ;
- Implémentation de technologies pour éviter l'encrassement dans les candidats repérés ;
- Proposition d'un nouveau planning de nettoyage.

Prédictivité de l'impact du remplissage sur la qualité des produits

TOULOUSE INP Ensiacét



L'ORÉAL – SALY Axel

KERYAKOS Chady, GP

FEP / Master DET



OBJECTIFS

- Sensibilité au remplissage :**
 - Conception de méthodes permettant d'identifier à l'échelle pilote la sensibilité d'une formule au passage dans les remplisseuses, en capitalisant sur les équipements/savoir faire technique déjà disponible au sein de l'entité.
 - Validation des méthodes sur un panel de formules repérées.
- Analyse de la performance des procédés d'élaboration des produits solaires :**
 - Analyse des données de production issues de différentes usines du groupe.
 - Recherche et mise en place de leviers d'amélioration.
- Création d'un document de référence pour les différentes technologies de produits solaires.**
- Prise en charge d'un projet de lancement d'un nouveau produit :**
 - Communication avec les différents acteurs (Usine, R&I...)
 - Proposition d'un procédé de production « gagnant »

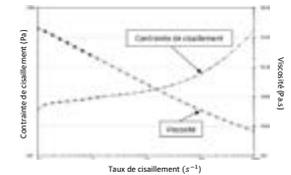


5 axes de l'étoile gagnante :
Sécurité - Qualité - Performance
- Pertes - Lavage

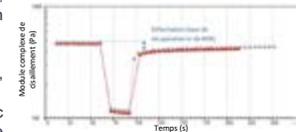


PRINCIPAUX RÉSULTATS

- Sensibilité au remplissage :**
 - Identification d'un panel de formules adéquates pour la problématique en question.
 - Création d'un outil pour l'estimation du taux de cisaillement dans les lignes de remplissage
 - Mise en œuvre de tests rhéologiques pour comprendre les effets du cisaillement sur les formules concernées.
- Analyse de la performance des procédés d'élaboration des produits solaires :**
 - Identification des raisons de différence de performance entre les usines et communication aux acteurs concernés.
- Création d'un document de référence pour les différentes technologies de produits solaires :**
 - Création d'un format simple et universel pour les technologies, en essayant d'être le plus pratique possible pour une utilisation quotidienne (recherche facile – liens pour plus d'informations...)
- Prise en charge du lancement d'un nouveau produit :**
 - Identification des risques concernant la sécurité, la qualité, l'ergonomie, la productivité...
 - Conception d'un procédé de fabrication productif, validation avec la R&I et l'usine de production, réalisation des essais à l'échelle pilote.



Analyses rhéologiques – Courbes d'écoulement et évaluation de la thixotropie



CONCLUSIONS

- La méthode de prédiction de la sensibilité de remplissage est en cours de développement, les essais débuteront fin juin 2023. Elle consistera en un outil numérique permettant d'estimer le taux de cisaillement dans des conditions spécifiques, pour pouvoir réaliser des tests pour comprendre l'impact de ce taux de cisaillement sur la qualité du produit
- Un compte rendu de l'aboutissement des analyses de performance sera présenté aux usines.
- Le lancement du nouveau produit est en cours, le procédé est construit et soumis pour validation.

Réduction des émissions de GES sur une unité flottante de LNG

TOULOUSE INP Ensiacét



DORIS GROUP – ROMAIN DESTRUEL & LAURA QUENTIN

DORIS
WE ENABLE CHANGE

LACOMBE Elma, GP

Politecnico di Milano (Italie)



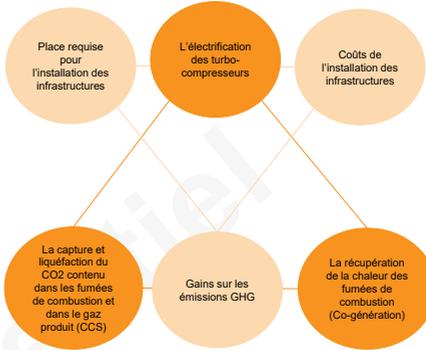
OBJECTIFS

Doris est une entreprise du secteur de l'énergie. Historiquement spécialisée dans les énergies conventionnelles, telles que le pétrole et le gaz naturel, l'entreprise s'appuie aujourd'hui sur cette expertise pour soutenir le développement d'énergies nouvelles.

En nous basant sur un projet existant de liquéfaction de gaz naturel en mer, le stage a pour but de repenser le design du procédé pour limiter les émissions de gaz à effet de serre.

Mon stage s'articule autour de 3 axes de qui sont développés selon 3 critères afin de juger la pertinence des modifications étudiées.

Le système de liquéfaction étant sur un navire en mer, l'encombrement représente une contrainte dans la sélection des solutions envisagées pour répondre à notre problématique.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Les principales sources d'émission identifiées sont les étapes de combustion du fuel gas pour faire fonctionner les turbines à gaz et chauffer l'huile.

Électrification

Nous pouvons garder le même design (nombre de trains de compression) avec des compresseurs électriques qu'avec les turbo-compresseurs. La consommation électrique est en cours d'évaluation. Pour que l'impact sur les émissions GES soit positif, cette production doit être associée à une production d'électricité moins émettrice.

Co-génération

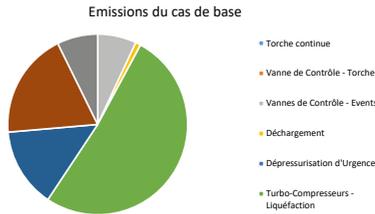
Modélisation sur le logiciel Hysys de la récupération de la chaleur des fumées pour chauffer l'huile qui circule dans le procédé ainsi que pour faire tourner une turbine à vapeur et créer de l'électricité.

Nous pouvons utiliser la chaleur des fumées de combustion des turbo-compresseurs pour créer assez d'énergie pour suppléer les demandes de la génération d'électricité et du chauffage de l'huile permettant de diminuer sensiblement les émissions de GES.

CCS

Calcul des compositions et débits de fumées de combustion.
Modélisation sur le logiciel Hysys du captage et de la liquéfaction du CO2 à partir des fumées de combustion (faible concentration en CO2).

Selon nos premières estimations, les infrastructures qui permettraient de mettre en place la capture et liquéfaction du CO2 seraient bien trop encombrantes pour un bateau.



CONCLUSIONS

Ce projet met en œuvre des notions transverses et nous avons par exemple rencontré quelques difficultés dans la simulation de la CCS car c'est un procédé assez complexe qui demande des modèles thermodynamiques spécifiques et des données d'entrées qui ne sont pas toujours faciles à estimer.

La suite du stage va permettre de finaliser les trois études (notamment l'évaluation des coûts) et de regarder les combinaisons possibles (ex: l'électrification des compresseurs impacte la récupération de la chaleur et la CCS)

Conception d'un réacteur de carbonatation

TOULOUSE INP Ensiacét



VOLTIGITAL – FABIEN MICHEL

voltigital

LOUBEAU Emma, GP

ECO-E0 EPI / CONTRAT PRO



OBJECTIFS

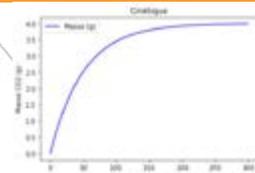
- Comprendre les principes de la réaction de carbonatation $CO_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$
- Modéliser et dimensionner un réacteur de carbonatation pour des déchets de béton
- Identifier les aides de financement et subventions pertinentes
- Valider ou invalider la création d'une entreprise



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Avancées du projet

- Un premier concept de réacteur validé ;
- Création d'un dossier d'ingénierie (P&ID, PFD, nomenclature) ;
- Réalisation d'un cahier des charges sur le réacteur de carbonatation ;
- Une première modélisation simple du réacteur fonctionne ;
- Dossiers de financement (BPI et Région) Certaines aides ont déjà été validées ;
- Des premiers essais de carbonatation ont été réalisés en laboratoire pour améliorer le concept du réacteur.



Résultat de la modélisation



Essais de carbonatation en laboratoire



Visite de la carrière de Couéron

Autres tâches réalisées

- Participation au salon Bio360 ;
- Visite d'une carrière de recyclage de déchets de béton à Couéron ;
- Conférence sur l'économie circulaire avec Novabuild ;



Participation au salon Bio 360



CONCLUSIONS

L'innovation dans le secteur des technologies de capture et de valorisation du CO₂ pour répondre aux enjeux environnementaux de demain est primordiale. En participant à ce projet, j'ai pu réaliser des tâches variées. J'ai pu voir comment mettre en place un projet innovant avec ses phases d'étude de faisabilité, de compréhension du procédé et de demande de financement. La phase de compréhension du procédé a duré tout le long du stage. Le manque de connaissance sur la carbonatation accélérée nécessite de faire des hypothèses sur la réaction en elle-même qui seront vérifiées une fois le réacteur fabriqué. J'ai également pu participer à des conférences sur l'actualité des technologies de capture ou bien sur l'économie circulaire. Le stage fut très enrichissant scientifiquement et professionnellement.

Développement d'une bibliothèque de calcul de modèles cinétiques, de phénomènes de transferts et de réacteurs sous MATLAB



PROCESSIUM – Estevan TIONI



MARCELLIN Geoffrey, GP

CAPRI, EPI



OBJECTIFS

Mon stage de fin d'études s'intègre dans le projet MATLAB de PROCESSIUM qui a pour but de développer une bibliothèque de modèles [cinétiques / de phénomènes de transferts et de réacteurs] sous MATLAB. Ces derniers devant être applicables à n'importe quel système chimique souhaité par l'utilisateur mais également servir de base pour d'autres modèles plus complexes / spécifiques requis pour des projets clients tout en gardant un contrôle et une compréhension totale de ces derniers. Dans cette optique, les objectifs de mon stage étaient les suivants :

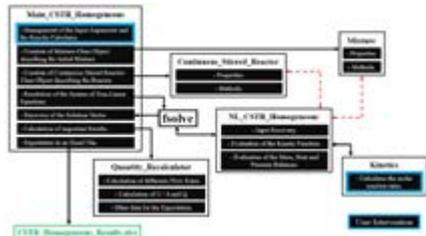
- Développer plusieurs modèles de réacteurs notamment de cuve agitée [CSTR Homogène / Liq-Sol / Gaz-Liq et Liq-Liq] ainsi qu'un réacteur du type Piston [PFR] qui prend en compte le phénomène de dispersion axiale. Chaque modèle doit pouvoir être utilisé pour la mise à l'échelle et le dimensionnement des appareils ainsi que pour la régression des paramètres cinétiques des réactions mises en jeu.
- Créer une méthodologie afin de pouvoir utiliser les différents modèles développés sous MATLAB dans le logiciel de simulation de procédés « ProSimPlus ».
- Développer un outil capable d'optimiser les paramètres de sortie des modèles de réacteurs [sélectivité / conversion etc...] en jouant sur les paramètres d'entrée [T0 : la température initiale / N_{tubes} : le nombre de tubes dans le réacteur etc...] tout en respectant les contraintes physiques et celles imposées par l'utilisateur.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Méthodologie pour la modélisation des réacteurs :

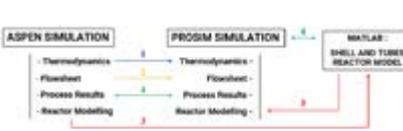
- Étude bibliographique sur le réacteur à modéliser.
- Détermination des hypothèses du modèle [régime permanent, phase réactionnelle, modèle de transfert etc...].
- Écriture du bilan matière et du bilan enthalpique.
- Détermination des corrélations pour la modélisation du transfert de chaleur et de matière [si mélange hétérogène].
- Programmation de l'ensemble des équations tout en respectant une méthodologie commune à l'ensemble des modèles de réacteurs.
- Vérification des résultats puis écriture d'une documentation qui explique l'ensemble du modèle et son fonctionnement.



Méthodologie Interfaçage MATLAB - ProSimPlus :

Objectif – Reproduire un procédé déjà fait sous Aspen Plus dans ProSimPlus mais en simulant le réacteur sous MATLAB.

- Refaire l'ensemble de la thermodynamique et le Flowsheet dans ProSimPlus.
- Modéliser le réacteur de la simulation Aspen dans MATLAB.
- Interfacer les 2 logiciels à l'aide des scripts de ProSimPlus.



Après vérification des résultats, j'ai écrit un document qui explique comment réaliser ce lien entre les 2 logiciels pour des projets futurs.

Optimisation des Modèles de Réacteurs :

Pour cette partie un script MATLAB a été développé et il est capable de réaliser l'optimisation mono-multivariable(s) d'un problème [pour l'instant] monocritère soumis à plusieurs contraintes et applicable à l'ensemble des modèles de réacteurs développés dans le projet MATLAB.



CONCLUSIONS

- Six modèles de réacteurs développés : Quatre versions du CSTR [Homogène / Liq-Sol / Gaz-Liq / Liq-Liq], un PFR avec dispersion axiale et un PFR Shell and Tubes réalisé pour l'interfaçage MATLAB – ProSimPlus.
- La méthodologie pour l'interfaçage est en train d'être utilisée dans le cadre d'un projet de recherche en partenariat avec PROCESSIUM.
- L'outil d'optimisation fonctionne mais il est encore en développement pour améliorer son efficacité et son ergonomie.

Développement d'un outil numérique pour l'efficacité énergétique des sites industriels



Cappemini Engineering – GODEFROY A. – GATTEPAILLE V.



MELIN Baptiste, GP

Université Libre de Bruxelles (Belgique)



CONTEXTE ET OBJECTIFS

Une étude d'évaluation du gisement de chaleur fatale industrielle (énergie thermique générée par un procédé qui n'est ni récupérée, ni valorisée), réalisée par l'ADEME et le CEREN (Centre d'études et de recherches économiques sur l'énergie) en 2017, a mis en avant **110 TWh de gisement national** soit 36 % de la consommation de combustibles dans l'industrie, dont 53 TWh perdus à plus de 100 °C.

L'objectif de mon stage de fin d'étude est de développer un outil d'optimisation à destination des industriels pour la valorisation de leurs rejets de chaleur :

- Concevoir une structure de code de calcul en programmation orientée objet.
- L'outil doit prendre en **input un site industriel existant** et ses contraintes (opérations essentielles du procédé, matières premières, sources d'énergies).
- Il devra proposer en **output des scénarios de modification du site industriel** en externe et/ou en interne : modification d'un réseau d'échangeur, ajout de systèmes de conversion d'énergie...
- Il pourra dégager les scénarios jugés « optimaux » selon des critères préalablement définis : environnementaux, économiques, énergétiques et exergetiques.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

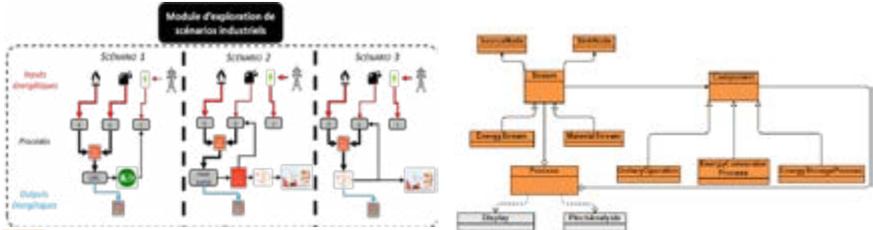


Etat de l'art des différentes méthodes d'optimisation énergétique, technologies de revalorisation...

Focus sur l'industrie cimentière, qui représente en moyenne sur le gisement de chaleur perdue en France de 11 à 13 % (d'après une étude de l'ADEME de 2017)

Choix d'une structure de code sur Python modulaire afin de pouvoir modéliser tout type de procédé.

Génération de scénarios de modification du site industriel en externe et/ou en interne : modification du réseau d'échangeur, ajout de systèmes de conversion d'énergie ...



CONCLUSIONS

L'écologie doit devenir un axe de travail principal dans l'industrie. La valorisation de la chaleur perdue sur les sites industriels possède un potentiel immense et elle permet une diminution des coûts et une décarbonation de ces sites. Ces travaux permettront donc d'accompagner les industriels dans leur processus de réduction des besoins en énergie et des rejets de chaleur.

Energie et optimisation de l'efficacité énergétique de la raffinerie de Donqes

TOULOUSE INP Ensiacét



TotalEnergies – FABIEN JOLY

N. V. A. BORGES Júlia, GP

EPI / ELENSYS/ CONTRAT PRO



OBJECTIFS

Suivi d'études énergétiques sur les unités d'hydrodésulfurisation de la raffinerie (HD1 et HD2)



ISO 50001 – Management de l'énergie



Définition des **facteurs** qui influencent la consommation énergétique des unités



Corrélations de la consommation énergétique en fonction des facteurs d'influence



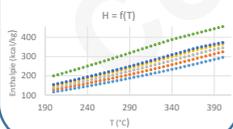
Analyse des résultats par le **suivi périodique** de la performance énergétique



PRINCIPAUX RESULTATS



Définition du **modèle thermodynamique** des charges pour les conditions du procédé avec l'aide de simulation – Calcul d'enthalpie en fonction de la température

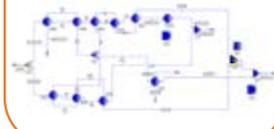


Suivi énergétique:

- Mise en forme du fichier
- Mise à jour du fichier
- Adaptation des corrélations
- Choix de situation de référence
- Standardisation entre les équipes

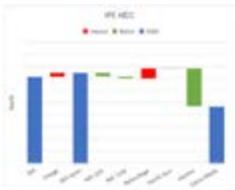


Simulation du **train de préchauffe** de l'HD2



CONCLUSIONS

GAP analysis des HDs



- Réduction des écarts sur le bilan thermique
- Fichier plus léger
- Mise à jour simplifiée



Compétences mises en œuvre

- Simulation des procédés
- Excel avancé
- Analyse de données
- Langue étrangère
- Modélisation
- Bilan enthalpique
- Suivi énergétique
- Autonomie
- Procédé d'hydrodésulfuration

Développement d'un outil pour projet d'H2 vert

TOULOUSE INP Ensiacét



SOLVEO ENERGIES – Guichard Margot

PENELON Hugo, GP

Eco-Energie



OBJECTIFS

- La production d'hydrogène est devenue un sujet d'une importance croissante dans le monde entier, car elle offre de nombreux avantages en tant que vecteur d'énergie propre et durable. Les objectifs liés à la production d'hydrogène sont variés et ambitieux, visant à résoudre plusieurs problématiques majeures auxquelles notre société est confrontée.

- L'intermittence des énergies renouvelables constitue une contrainte majeure à leur intégration efficace dans le réseau électrique. Pour surmonter ce défi, l'hydrogène vert offre une solution prometteuse. En convertissant l'électricité excédentaire produite à partir de sources renouvelables en hydrogène, on peut stocker cette énergie et l'utiliser ultérieurement lorsque la demande est élevée ou lorsque les conditions météorologiques ne sont pas favorables. De plus, l'hydrogène vert offre la possibilité de transporter l'énergie renouvelable sur de longues distances, contribuant ainsi à une utilisation plus étendue de ces sources d'énergies propres.



- L'écosystème hydrogène est multifactoriel et multivariable, et de nombreux flux d'énergie doivent être gérés. Le développement de projets hydrogènes est donc complexe, il est nécessaire d'avoir (à notre disposition) des outils de dimensionnement, de projection économique, et de quantification du carbone non rejeté dans l'atmosphère afin d'en assurer la viabilité et la durabilité. C'est l'objectif de mon stage et de l'outil que je développe.



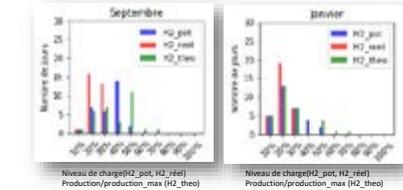
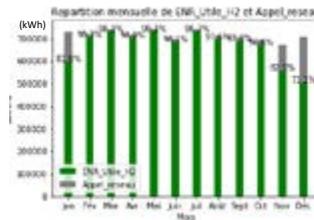
PRINCIPAUX RESULTATS

- La technologie hydrogène est encore jeune et il est difficile de trouver des données correctes concernant la durée de vie des installations, le prix ou les émissions carbonées. Les principaux résultats sont donc basés sur des hypothèses. La difficulté de prendre du recul est amplifiée par le fait qu'il existe très peu de projets liés à l'hydrogène. Simuler la gestion d'énergie de manière pertinente est donc primordial, ainsi les variables étudiées servent à la mise en place de l'écosystème.

- La première donnée que l'on peut étudier est la couleur de l'hydrogène. Si l'on se fixe un besoin journalier, l'outil nous permet de la déterminer. Cette donnée est déterminante pour la transition énergétique, afin de pouvoir suivre précisément nos émissions carbonées

- Une autre problématique entourant le développement de projets hydrogènes est le dimensionnement des unités de production. De cette industrie encore jeune ne se dégage pas encore de standard, il est donc nécessaire de pouvoir correctement dimensionner une installation. Pour effectuer ce dimensionnement il était obligatoire de programmer un algorithme de gestion des flux énergétiques ou (EMS). C'est ce que j'ai pu réaliser lors de ce stage sur python en orienté-objet.

- La fonctionnalité suivante de l'architecture est une aide au dimensionnement. Sur le graphique suivant on peut observer des données de production (réelle, avec stockage infini, avec stockage et puissance infini). Ces tracés permettent de tirer des conclusions sur la justesse du dimensionnement que l'on souhaite obtenir.



CONCLUSIONS

L'hydrogène est un enjeu d'avenir, quel que soit notre enthousiasme quant à l'avenir de ce vecteur énergétique, il est indispensable de décarboner les usages actuels de l'hydrogène. 900 000 tonnes d'hydrogène sont consommées chaque année en France, le chantier est grand. Les technologies existantes et la nécessité de produire décarboné, nous poussent à adopter des approches multifactorielles et multi-énergies. C'est dans ce cadre que ce stage s'intègre. La création de programme de gestion de l'énergie est une clé pour la réussite de notre transition énergétique. Au-delà de la production d'hydrogène les EMS vont jouer le rôle de clé de voute pour notre avenir. L'architecture de cet outil est la même que dans nombre d'autres domaines : récupération de chaleur fatale, maison autonome, unité de méthanisation, réseau de petite et grande échelle...

Purification d'un acide carboxylique biosourcé

TOULOUSE INP Ensiacét



PROCESSIUM – COLLET Amélie

PETRARCA Adrien, GP

Eco-E0 EPI / CONTRAT PRO



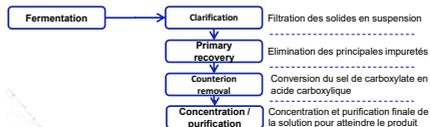
OBJECTIFS

Etude technico-économique d'un procédé de purification en sortie de fermentation visant à produire un acide carboxylique biosourcé, à partir de la valorisation du CO₂. L'étude proposée par Processium vise à concevoir 3 flowsheets différents de purification, qui seront comparés selon des critères technico économiques et environnementaux afin de déterminer la meilleure solution pour répondre à la problématique du client.

Schéma simplifié de traitement de moût de fermentation pour la production d'acide carboxylique

La méthodologie adoptée est la suivante :

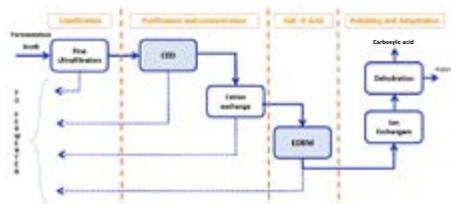
- Conception de 3 flowsheets de purification :
 - Electrodialyse et Résines
 - Extraction Liq-Liq par solvant
 - Precipitation du sel de carboxylate
- Bilans massiques et énergétiques
- Bilans économiques CAPEX/OPEX,
- Comparaison des flowsheets



Le schéma bloc ci-dessus présente les étapes classiques de traitement de moût de fermentation pour la production d'acide carboxylique. L'ordre de ces étapes peut changer, et des étapes supplémentaires peuvent être ajoutées.

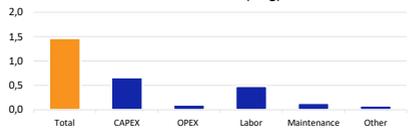
PRINCIPAUX RÉSULTATS

Processium détermine la faisabilité et les performances de chacun des flowsheets sur la base des données disponibles dans la littérature et d'hypothèses issues de l'expérience de Processium. A date, seule l'étude du flowsheet électrodialyse et résine a été finalisée.



La quasi-totalité des effluents sont recyclés vers le fermenteur

Production cost (€/kg)



Opex (k€/an)



Clarification : Ultrafiltration fine

CED : Electrodialyse conventionnelle, les ions sont transférés à travers des membranes sous l'effet d'un champ électrique.

Purification = Molécules neutres retirées ; Facteur de concentration = 2

Cation exchange : Résine échangeuse d'ions, permet de fixer certains ions

Purification = Cations divalents retirés (Mg²⁺, Ca²⁺)

EDBM : Electrodialyse bipolaire, convertit les carboxylates en acide carboxylique tout en récupérant le contre ion sous forme de base.

Rendement = 90% des carboxylates sont convertis

Devises : base recyclée => fort impact économique et

Ion Exchangers : Dehydration : Extraction réactive

Purification = Ions restants retirés

CONCLUSIONS

Les conclusions de l'étude technico-économique du premier flowsheet sont :

- Le coût de purification du procédé est d'environ 1,5 €/kg
- Les principaux postes de dépenses sont : les CAPEX et le coût salarial
- L'EDBM induit de forts CAPEX mais des OPEX négatifs en considérant la base recyclée.

Ce procédé n°1 ne sera surement pas aussi compétitif économiquement que le procédé d'extraction LL via un solvant. Cependant, grâce au recyclage de la base et à la technologie d'électrodialyse, son impact écologique devrait être inférieur, à confirmer via ACV. La suite de cette étude consiste à valider expérimentalement au laboratoire de Processium certaines étapes critiques des flowsheets, avant d'envisager la conception d'un pilote industriel.

Optimisation d'une filière de décarbonation à la soude

TOULOUSE INP Ensiacét



SUEZ EAU FRANCE – SAMUEL CAMBRAI

PINON Lauriane, GP

CAPRI



OBJECTIFS

Pourquoi la décarbonation de l'eau potable du réseau public?

Les eaux souterraines peuvent parfois être fortement chargées en calcaire, causant des désagréments pour les consommateurs comme un goût ou des dépôts dans les appareils utilisant de l'eau chaude. La décarbonation améliore la qualité de l'eau en diminuant le taux de calcaire présent.

Principe : Injection d'un réactif (ici soude) et de microsaible dans un réacteur à lit fluidisé. Le réactif permet de modifier l'équilibre de l'eau, menant à la précipitation du calcaire sous forme solide. Le microsaible joue le rôle de germe, accélérant le dépôt du calcaire sur celui-ci et sous la forme de billes.

La filière de décarbonation d'un site de production d'eau potable

En fonctionnement tout au long de l'année, les dosages et conditions de fonctionnement sont régulés par l'exploitant présent sur la station, à partir de consignes d'exploitation établies sur la base de son expérience et de ses observations.

Alimentée principalement par un mélange de ressources souterraines, la qualité de l'eau en entrée de station varie significativement au cours de l'année et rendant la conduite de la filière complexe.

La qualité d'eau distribuée est impactée par ces variations, résultant sur une qualité peu stable au cours de l'année.



Objectifs du projet

- Déterminer les conditions optimales de fonctionnement de la décarbonation pour obtenir une qualité d'eau traitée stable tout au long de l'année
- Faciliter la conduite de la filière de décarbonation pour les agents



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Qualité moyenne de l'Eau brute

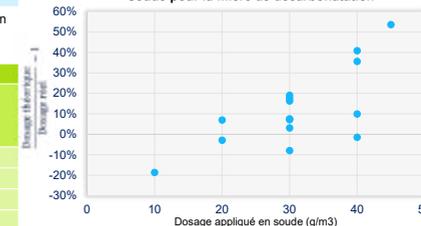
Dureté totale (°f)	Dureté Calcique (°f)	Alcalinité (°f)	pH
19,91	18,25	20,55	7,62

Qualité d'eau brute moins contraignante due à la sécheresse, substitution de la ressource principale par une ressource plus douce : faibles dureté totale, dureté calcique et alcalinité

Dosages testés et qualités d'eau décarbonnée obtenues

Dosage en soude (g/m ³)	Dureté totale (°f)	Dureté Calcique (°f)	Alcalinité (°f)	pH
10	19,94	16,80	19,8	7,66
20	18,18	15,38	20,35	7,84
30	19,06	13,44	18,77	7,98
40	18,33	12,6	19,35	8,24
45	15,42	9,51	17,04	8,40

Écart entre les besoins réels et théoriques de soude pour la filière de décarbonation



CONCLUSIONS

- 30 g/m³ est le dosage optimal pour cette qualité d'eau brute en entrée de filière. Ce dosage permet d'obtenir une qualité d'eau traitée peu éloignée de celle distribuée sur le reste du secteur, un écart trop important pouvant être ressenti par le consommateur.
- La forte capacité de décarbonation des réacteurs sur une qualité d'eau en entrée considérée comme douce. Les abattements de dureté Calcique, obtenus jusqu'à 9°, confirment la bonne efficacité de décarbonation des réacteurs. L'abattement de la dureté totale et de l'alcalinité est plus difficile pour des dosages faibles. L'effet de la décarbonation sur ces 2 paramètres est moins significatif que les résultats théoriques attendus.
- Le rendement de la réaction dans le réacteur en conditions réelles n'est pas de 100%. En effet, un écart entre le dosage réel et théorique, pour un même abattement de dureté, est observé. L'écart s'étend de -19%, pour le dosage le plus faible, à 54% pour les dosages les plus importants.
- Des essais complémentaires sont nécessaires afin de déterminer les dosages en soude et la capacité de la filière à traiter des qualités d'eau brute dégradées (Dureté totale > 30°f, Dureté calcique > 20°f, Alcalinité > 25°f), présentes majoritairement dans l'année.

Jumeau Numérique pour la Supply Chain 

ALTEN – Sébastien PERTHUISOT 

QUENEHERVE Gwenaëli, GP **GSI / ISI**

OBJECTIFS

USINES CARGAISON TRANSPORT STOCK

Modèle
Evaluation
Cartographie

Simulations
GREEN PREDICTIVE LEAN

Aide à la décision

Développer un outil d'aide à la décision permettant d'améliorer une supply chain dans son ensemble.

- Modélisation** de la supply chain selon 4 composants : usine, transport, cargaison et stockage.
- Simulation** selon 3 axes : Green, Lean et Predictive.
- Evaluation** de la supply chain selon chacun des axes précédents.
- Proposition d'amélioration** pour aider à la décision.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Management/Gestion de projet:
Intégration de nouvelles personnes à l'équipe chaque semaine, répartition des tâches, suivi quotidien de l'avancement.

Modélisation des différents éléments de la supply chain.

Simulation de différents scénarios.




Visuel non définitif de l'outil avec une supply chain fictive utilisant le réseau ferroviaire français.

- RESULTATS :**
- Cartographie des usines, voies de transport et entrepôts de France.
 - Modélisation des modes de transport et de leurs émissions de CO₂.
 - Visualisation des flux de biens le long d'une supply chain

CONCLUSIONS

OBJECTIF FINAL ET ENJEUX :
Développer un outil complet d'aide à la décision pour accompagner les entreprises dans l'amélioration de leur supply chain.
Compromis à trouver entre coût et environnement pour mener à bien une transition écologique et économique.

Le jumeau numérique permet de simuler de nombreux scénarios afin de vérifier leur viabilité avant de potentiellement implanter les solutions dans le monde réel.

Consultante en Analyse de Cycle de Vie 

Quantis – Nathalie Penfornis 

RACHID Sara, GP **ECO Energie**

OBJECTIFS

Le stage porte sur l'Analyse de Cycle de Vie de produits issus de secteurs différents, tels que la Cosmétique et Le Fashion.

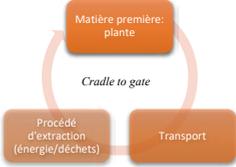
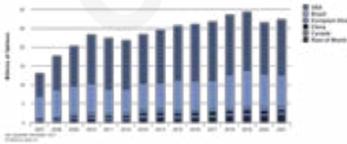
Les axes plus spécifiquement étudiés sont:
 (1) la modélisation d'ingrédients **cosmétiques** naturels (huiles essentielles, extraits de plantes...), en prenant en compte la culture de la plante et le procédé.
 (2) L'influence de certains paramètres sur ces résultats: mix énergétique, type de plante utilisée, géographie d'origine des solvants pour l'extraction.

Ces résultats permettent de proposer des recommandations concrètes et des pistes d'améliorations aux clients.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

(1) ACV sur un procédé de fabrication d'huile essentielle par hydrodistillation en prenant en compte plusieurs étape (figure 1). En intégrant toute les données sur Simapro, nous trouvons une valeur supérieur à 80 kgCO₂eq/kg d'huile.

(2) ACV d'un procédé d'extraction par solvant où la 1ère partie est sur l'étude de la part de marché de l'éthanol afin de l'utiliser en tant que solvant pour modéliser le procédé d'extraction. (figure 2) (tableau 1)

Région	Ameriques du Nord	Ameriques du Sud	Europe	Reste du monde
Part de marché	57%	27%	5%	11%
Ethanol fabriqué à partir de	Maïs	Canne à sucre	Betterave	Distribuer entre le betterave et le maïs.

figure 2: Production mondiale de l'éthanol par région

Tableau 1: Distribution de la production d'éthanol par région

CONCLUSIONS

Les résultats de ces ACVs permettent d'identifier des solutions et des pistes d'améliorations. L'adaptation des ensembles de données garantit la pertinence des résultats à l'échelle régionale. Ce travail approfondi a permis de fournir des recommandations concrètes pour réduire l'impact environnemental des produits étudiés dans différents secteurs industriels. Surtout, ces résultats ont permis aux clients de comprendre les impacts environnementaux de leurs produits ou services.

Modélisation CFD d'un ESF

TOULOUSE INP Ensiacét

ARCELORMITTAL – HAMADEH Hamzeh, SANCHEZ Mathieu

ROBIN Jean, GP

FEP, MI



OBJECTIFS

La décarbonation de l'industrie sidérurgique repose sur deux piliers que sont l'augmentation de l'utilisation de ferrailles recyclées et la réduction directe de minerais de fer par le méthane puis à terme par l'hydrogène. La production d'acier à partir de minerai de fer réduit (DRI) est envisagée selon deux routes :

- A l'aide de fours à arc électrique (EAF) produisant directement de l'acier liquide à partir de ferrailles et de DRI de bonne qualité
- A l'aide de DRI smelters (ESF) produisant de la fonte à partir de DRI par chauffage résistif du laitier. En l'associant avec le procédé de DRI, ce four remplace les hauts fourneaux utilisés dans les procédés classiques de production de fonte.

Le principal avantage de cette deuxième route par rapport à la voie EAF est la capacité de consommer du DRI de mauvaise qualité sans impacter la qualité métallurgique de l'acier produit, de le produire à moindre coûts et pour une production CO₂ équivalente.

Cette technologie étant nouvelle dans l'industrie sidérurgique il est donc particulièrement important d'étudier le comportement d'un ESF. L'objectif du stage est de développer et de valider un modèle CFD sur Fluent décrivant le smelter en utilisant la méthode VOF couplée avec le modèle magnéto-hydro-dynamique.

Le modèle développé doit permettre de décrire :

- Les écoulements
- Le chauffage du laitier par effet Joule
- La solidification du laitier aux parois (phénomène de freeze-lining)
- L'effet thermique et cinétique de la dissolution de DRI à la surface du laitier
- Les pertes thermiques par rayonnement de la surface libre du laitier

Enfin, une étude paramétrique doit également être réalisée afin de déterminer les paramètres clés pour optimiser et comprendre ce nouveau procédé.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Le développement du modèle a été réalisé pour commencer en utilisant la géométrie d'un four circulaire à 3 électrodes. Afin d'améliorer la vitesse de calcul, le domaine étudié est réduit à une tranche centrée sur une électrode représentant un tiers du four. Seules les régions correspondant à la fonte liquide, au laitier et à une couche de DRI sont prises en compte pour les simulations numériques.

La méthode VOF est utilisée pour différencier le laitier de la fonte dans la phase liquide. La viscosité et la conductivité électrique du laitier dépendent de la température. Ces propriétés sont exprimées dans Fluent grâce à des fonctions définies par l'utilisateur (UDF), codées en C.

Le module MHD de Fluent permet de simuler le champ électromagnétique induit par l'électrode immergée dans le laitier ainsi que la puissance transmise au laitier par effet Joule.

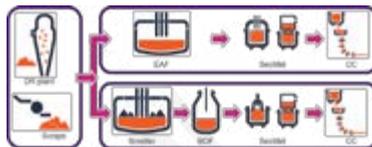


Figure 1: Schéma des voies de production d'acier à partir de DRI © Mathieu Sanchez - ArcelorMittal



Figure 2: Géométrie du four étudié (à gauche) et domaine correspondant (à droite)



Figure 3: Champs de densité de courant, de puissance transmise par effet Joule et de température dans le smelter

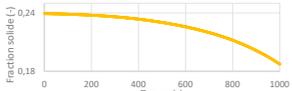


Figure 4: Evolution de la fraction solide dans le smelter au cours du temps

Le module solidification/melting de Fluent est utilisé pour décrire la solidification du laitier aux parois. Il permet aussi d'assimiler le DRI à de la fonte sous forme solide, de cette façon, quand le DRI fond, il peut directement rejoindre la fonte liquide. Des UDF sont définies pour différencier les propriétés de la fonte et du DRI pour que l'effet thermique de la dissolution du DRI soit décrit au mieux. Cette hypothèse permet de simplifier les calculs en ne considérant que 2 phases au lieu de 3, tout en étant proche de la réalité. En effet, 95% de la masse de DRI rejoint le bain de fonte dans un ESF le reste se retrouvant dans le laitier.

CONCLUSIONS

Bien que des hypothèses simplificatrices aient dûes être effectuées, le model développé semble fournir une bonne description du comportement d'un ESF. La suite de l'étude portera sur une étude paramétrique permettant d'évaluer l'influence de différents paramètres, tels que le design du four, la profondeur d'immersion des électrodes, la puissance qu'elles fournissent, l'épaisseur de laitier ou encore les propriétés du DRI.

Industrialisation d'un nouvel équipement

TOULOUSE INP Ensiacét

ARMOR GROUP – FRANCOIS ALLAIS

ROUILLAC Loïc, GP

Université Rovira I Virgili (Espagne)



OBJECTIFS

Dans l'optique d'utiliser une encre de qualité lors du procédé d'enduction, les procédés antécédents doivent être mis sous contrôle :

Optimisation du procédé de solubilisation de résine

- Analyse de la variabilité de matière sèche du produit fini
- Diminution de la présence d'amas de résine non solubilisée

Industrialisation d'un nouveau broyeur d'encre

- Qualification de l'équipement sur une encre spécifique
- Formation des opérateurs sur le nouvel équipement
- Optimisation des performances

Suivi et mise sous contrôle des dilutions d'encre

- Mise en place de cartes de contrôle de la matière sèche et de la viscosité de l'encre

1

2

3

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Mélangeur MX22

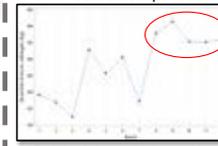
- ↓ Variabilité de la matière sèche du produit fini
- ↓ Présence d'amas



Amas de résine non solubilisée

Broyeur BR312

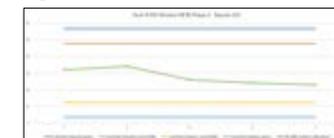
- Qualification de l'encre EN'96
- Formation de 5 opérateurs sur l'équipement
- ↑ Augmentation du rendement par batch



Evolution de la quantité d'encre vidangée par batch (nouvelle méthode en rouge)

Dilution de l'encre

- Nouvelles cartes de contrôle de la viscosité et de la matière sèche de l'encre



Carte de contrôle de la matière sèche de l'encre diluée avant l'enduction

CONCLUSIONS

- ➔ J'ai renforcé mes compétences en amélioration continue, en me concentrant à la fois sur l'amélioration de la qualité du produit et sur l'amélioration des conditions de travail des opérateurs.
- ➔ J'ai également acquis des compétences solides en analyse statistique et en mise sous contrôle des procédés.
- ➔ De plus, j'ai développé mes aptitudes à travailler efficacement en équipe.

Modélisation de la production d'un électrolyseur d'hydrogène renouvelable



VALECO Daniel VOJDANI

ROZIER Valentin, GP

UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF HANOI (Vietnam)



OBJECTIFS

Le groupe Valeco est un acteur majeur du secteur des énergies renouvelables et est producteur d'hydrogène décarboné. La filière étant nouvelle et en pleine structuration, mon stage a pour objectif d'aider les équipes travaillant sur l'hydrogène renouvelable à développer les projets.

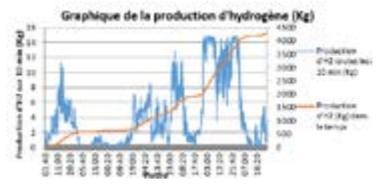
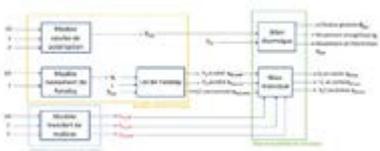


Dans ce contexte, l'entreprise cherche à se doter d'outils de modélisation de la production pour développer des écosystèmes hydrogène. Chez Valeco, les électrolyseurs sont en raccordement direct avec les parcs EnR entrainant des contraintes sur l'intermittence de la production. L'objectif de mon stage est donc, en me basant sur les courbes de production des EnR, de modéliser la production de l'hydrogène pour adapter la stratégie à adopter vis-à-vis de problématiques comme le stockage, le dimensionnement ou les achats d'électricité.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

A ce stade du stage, plusieurs pistes ont été étudiées et avancées. La première a été de réaliser la modélisation de la production d'H2 à partir de modèles théoriques ou empiriques pour les électrolyseurs, comme le montre le schéma à droite. Cette solution s'est montrée inefficace car « trop lourde » et trop éloignée de la réalité.



La deuxième solution est de se baser directement sur les « data sheet » des électrolyseurs. Grâce à cette méthode et aux données issues des parcs de production, j'ai monté un outil de simulation qui permet de prendre en entrée les courbes de puissances délivrées par une éolienne et de donner en sortie la production en temps réel de l'électrolyseur. On a donc des courbes de production d'H2 en fonction du temps comme sur le graphique.



CONCLUSIONS



Ce travail permet de prévoir la production réelle issue de l'électricité de notre parc EnR et donc d'adapter les besoins en compléments électriques à acheter sur le réseau, les besoins en stockage sur site et la stratégie à adopter en fonction des besoins de l'écosystème associés au projet hydrogène. Cet outil permet aussi de calculer le besoin en eau et la production d'Oxygène généré par l'électrolyseur. La future étape d'amélioration de l'outils est l'intégration des pertes électriques et des outils financier, notamment sur le complément d'achats électrique, pour créer un outil complet pour l'accompagnement et le développement de projets d'hydrogène renouvelables.

Assistant ingénieur d'études génie des procédés



ASSYSTEM - LELEU Chamane

SAILLEY Alexia, GP

GSI / IMSIC



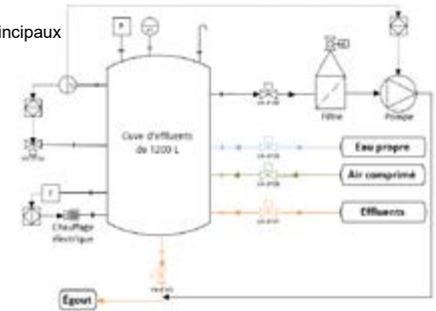
OBJECTIFS

- Découvrir le travail, l'organisation et les missions au sein d'un bureau d'études en procédé
- Approfondir mes compétences sur l'énergie bas carbone (nucléaire, hydrogène ...)
- Développer mon autonomie et acquérir de l'expérience
- Comprendre et participer aux différentes phases d'un projet
- Calculs de bilans carbonés



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- Dimensionnement de réseaux et d'équipements principaux (pompes, réservoirs, tuyauteries...)
- Réalisation de schémas P&ID / PFD et bilans
- Rédaction de livrables tout le long des projets
- Formation sur les bilans carbone
- Etude de marché / Consulting
- Etude flow master



CONCLUSIONS

Ce stage m'a permis de :

- Gagner en compétence et en expérience (sur des domaines techniques (plomberie, nucléaire...))
- D'être plus autonome et plus efficace sur la rédaction de livrable
- Participer à un projet d'innovation (HACKATHON) en interne à l'entreprise.



Exploration d'une nouvelle galénique d'hygiène en vue de son industrialisation



L'OREAL – Laure DAUBERSIES



SOULABAIL Margaux, GP

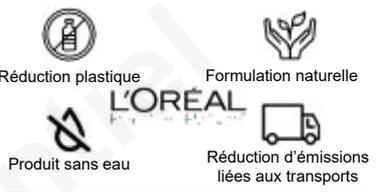
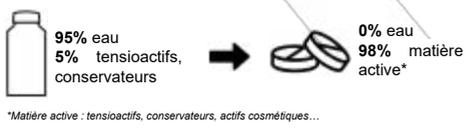
GSI / IMSIC / Contrat Pro



OBJECTIFS

Equipe Sciences des Procédés Industriels
Sécurisation de l'industrialisation de projets d'innovation : nouvelles opérations unitaires, en dehors des standards usines de L'Oréal. Travail en collaboration avec la Recherche&Innovation et les usines du groupe.

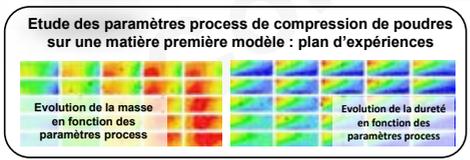
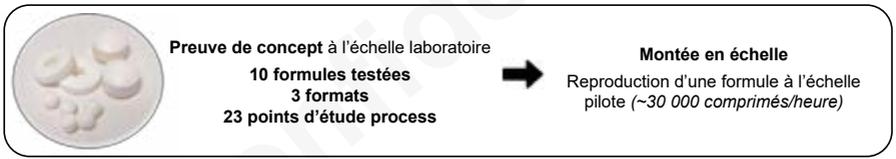
Objectif: Evaluer l'industrialisation d'une nouvelle galénique sèche de nettoyant visage en utilisant un procédé issu de l'industrie pharmaceutique : la compression de poudre. Le comprimé est à plonger dans l'eau pour reconstituer le produit final.



*Matière active : tensioactifs, conservateurs, actifs cosmétiques...



PRINCIPAUX RÉSULTATS



CONCLUSIONS

Lors de mon alternance, j'ai eu l'occasion de collaborer avec différentes entités de l'écosystème L'Oréal pour conduire mon projet : équipes Recherche&Innovation, Approvisionnement matières premières, Laboratoire qualité, EHS (Environnement Hygiène Sécurité), Pilote. Ces différents interlocuteurs m'ont permis d'avoir une vision exhaustive de la conduite d'un projet d'étude d'industrialisation d'innovation chez L'Oréal et des différents enjeux. Aussi, ce projet m'a permis de monter en compétence dans le domaine de la compression de poudres, mais aussi de la caractérisation de poudres libres et des comprimés, inspirée par les pratiques de l'industrie pharmaceutique.

Etude des efforts hydrodynamiques dans le cadre d'un APRP et analyse d'influence des paramètres avec EUROPLEXUS



FRAMATOME – DUSSAIX Antonin



TADYSZAK Robin, GP

FEP



OBJECTIFS

Contexte :

Mon stage porte sur l'étude et l'évaluation des efforts hydrodynamiques dans le cas d'un accident de perte de réfrigérant primaire (APRP) sur un réacteur de type 1300 MWe avec le code EUROPLEXUS et le module d'interaction fluide-structure. L'APRP est un accident provoqué par l'ouverture d'une brèche dans le circuit primaire entraînant une perte de réfrigérant et une onde de décompression due au différentiel de pression entre l'extérieur et l'intérieur du circuit primaire (~155 bar). Cette onde de décompression induit des efforts hydrodynamiques pouvant potentiellement endommager la cuve ainsi que ses équipements internes. L'évaluation de ces efforts est donc primordiale pour s'assurer du bon comportement de l'installation dans le cas d'un accident de type APRP. Ce stage s'inscrit dans un contexte d'évolution du code Athis vers le code Europlexus et amène à effectuer des comparaisons sur les résultats des deux modélisations et de l'impact en présence du module d'interaction fluide-structure (IFS).

Missions :

- Elaboration du modèle : maillage du circuit primaire 1D, modélisation des échanges thermiques dans les générateurs de vapeur, recalage des pompes primaires, évaluation des pertes de charge, modélisation d'une brèche, et intégration de l'IFS.
- Caractérisation des grandeurs mécaniques et thermohydrauliques qui influencent les efforts hydrauliques sur la cuve et les internes de cuve et analyses de leur impact avec le code Europlexus
- Contribution au perfectionnement de la connaissance du code Europlexus.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Modélisation des boucles 1D d'un REP 1300 MW 4 boucles avec l'outil SALOME

- Création de la géométrie et maillage des boucles 1D à l'aide de script Python.
- Fusion des boucles 1D avec la cuve 3D et implémentation de l'IFS.
- Modélisation des échanges de chaleur dans les générateurs de vapeurs.

Premières simulations d'APRP sans module d'interaction fluide-structure

- Études des sensibilités aux paramètres thermohydrauliques à la brèche sans IFS puis avec IFS.
- Étude de sensibilité vis-à-vis de la pénétration d'onde dans la cuve.
- Calcul des efforts de traînée sur les guides de grappe.
- Optimisation du régime permanent.



CONCLUSIONS

La modélisation des générateurs de vapeurs et le recalage des pompes primaires ont permis de retrouver les profils de température ainsi que le débit massique en branche froide attendus. Les premières simulations réalisées sans le module IFS permettent d'observer la dépressurisation du circuit primaire et la pénétration d'onde de décompression dans la cuve. Des optimisations des activations des pompes et des échangeurs ont permis une accélération de l'établissement du régime permanent. Le stage se poursuit désormais avec l'intégration du module IFS afin de répondre aux objectifs énoncés.

Assistant Chef de Projets Photovoltaïques

TOULOUSE
INP Ensiacét



Groupe WATT&Co – Didier Jimenez

TOURNIER Clément, GP

Eco E / CONTRAT PRO



OBJECTIFS

Contexte

Le groupe Watt&Co développe, construit et exploite des centrales photovoltaïques installées sur des terrains ou toitures louées auprès des clients. Les projets sont d'abord soumis à une promesse de bail pour la réalisation des études, puis d'un bail pour la construction et l'exploitation des centrales.

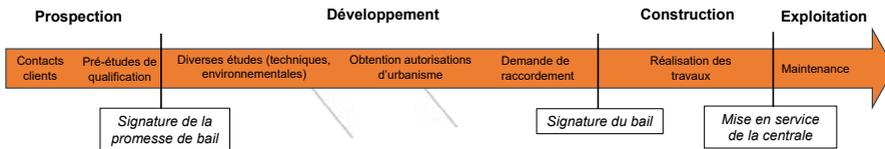


Figure 1 : Déroulement d'un projet photovoltaïque

Objectifs :

- Participer à la phase de prospection en réalisant les études de qualification des projets,
- Participer à la phase de développement des projets en réalisant les consultations et le suivi des différentes études afin d'établir et d'obtenir les autorisations d'urbanisme.



PRINCIPAUX RESULTATS

La Phase de prospection

- Réalisation des études de qualification (faisabilité) :
 - ✓ Inventaires des contraintes et risques naturels,
 - ✓ Vérification des documents d'urbanisme,
 - ✓ Analyse des solutions de raccordement au réseau électrique.
- Pré dimensionnement des centrales photovoltaïques :
 - ✓ Détermination de la surface équipable,
 - ✓ Calcul du nombre de panneaux installable,
 - ✓ Calcul du nombre d'onduleurs nécessaires,
 - ✓ Détermination d'une première estimation de puissance et de productible (Energie produite).

La Phase de développement – Suivi des projets

- Suivi du travail du bureau d'études techniques sur le dimensionnement des centrales.
- Suivi des études environnementales.
- Etablissement des projets agricoles en lien avec les chambres d'agriculture départementales,
- Travail avec les architectes et géomètres pour l'établissement des dossiers d'urbanisme.
- Réalisation de présentations et de réunions d'information auprès des communes et des différents services de l'Etat pour présenter le projet et participer à son acceptation locale.
- Réalisation des demandes d'urbanismes :
 - ✓ Dépôt des demandes d'autorisations d'urbanisme
 - ✓ Suivi de l'instructions des projets avec les services d'instructions,
 - ✓ Réponses aux éventuelles demandes de compléments en collaboration avec les architectes et le bureau d'études techniques

Figure 2 : Rendu 2D d'un projet de centrale PV en recouvrement de bâtiments agricoles



CONCLUSIONS

Le chef de projets photovoltaïques est le chef d'orchestre du projet et a la charge du bon développement de ces derniers en mettant en relation l'ensemble des intervenants y participant. C'est la personne qui a l'ensemble des informations concernant les projets qui doit être en capacité d'en comprendre l'ensemble des éléments techniques et administratifs. Il doit avoir un esprit de synthèse, savoir être polyvalent et doit être organisé. C'est l'ensemble de ces compétences qui ont été développées lors ce contrat de professionnalisation.

Modélisation des émulsions e/h en conduite

TOULOUSE
INP Ensiacét



Total Energies – Roel Belt / en collaboration avec le Laboratoire de Génie Chimique

Varella Thiago, GP

FEP



OBJECTIFS

En raison de la différence de densité entre les phases dispersée et continue, une stratification des émulsions peut se produire. Soumises à un écoulement cisaillé, les particules dispersées ont tendance à migrer vers les zones de l'écoulement à plus faible gradient de vitesse, où la contrainte effective locale est plus faible. L'objectif de ce travail est d'inclure un modèle capable de reproduire ce phénomène (SBM - Suspension Balance Model) dans les équations de transports résolues par le logiciel de calcul CFD OpenFOAM. Un exemple de résultat est l'évolution spatiale et temporelle de la distribution de la phase dispersée et la modification de l'écoulement d'émulsion induite par des phénomènes comme la migration et la sédimentation.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Les figures 1 et 2 montrent les profils de concentration dans un écoulement en canal pour trois différentes concentrations moyennes en particules $\phi = 30, 40$ et 50% . La phase dispersée a la même densité que la phase continue. L'inertie à l'échelle des particules est négligeable.

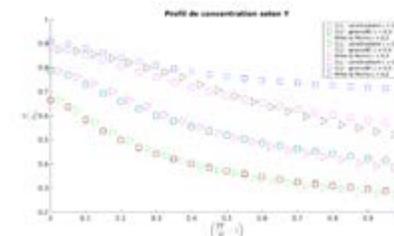


Figure 1 : Profil de concentration normal à la paroi

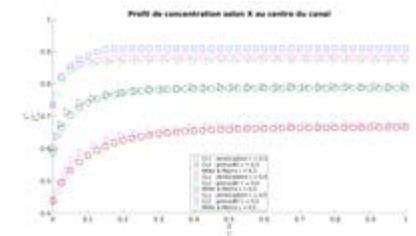


Figure 2 : Profil de concentration dans la direction de l'écoulement



PREMIÈRES CONCLUSIONS ET TRAVAIL EN COURS

- Nous avons implémenté plusieurs conditions aux limites pour la phase dispersée et testé leur cohérence par rapport aux résultats attendus.
- Les résultats préliminaires des suspensions avec des concentrations de $\phi = 30$ et 40% , sont en accord avec les données de la littérature;
- Nous travaillons actuellement sur l'implémentation du flux de matière associé à la sédimentation sous l'effet de la gravité dans le cas où les densités des deux phases sont différentes. Techniquement, cette résolution n'est pas triviale en raison de la présence de fronts entre le fluide clair, la suspension et la couche saturée en phase dispersée.

Gestion du projet ERP d'AXIOMA et mise en œuvre d'Odoo

TOULOUSE
INP Ensiacét

AXIOMA France – Clément SOULIER



YAAGOUBI Ismail, GP

IMSIK / CONTRAT PRO



OBJECTIFS

AXIOMA s'aperçoit que ses outils actuels ne répondent plus à ses besoins en lien avec sa croissance sur le plans humain, financier et international. Chaque service de l'entreprise est équipé de son propre système d'information et de ses propres applications. Pour remédier à ce problème, l'entreprise a décidé la mise en place d'un système intégré connu « ERP », un progiciel qui permet de gérer l'ensemble des processus opérationnels de l'entreprise en intégrant différentes fonctions de gestion dans un seul système en suivant les étapes clés :

- Etat des lieux de l'existant et des besoins
- Rédaction du cahier des charges ERP
- Etude de marché et choix du type de progiciel ERP
- Déploiement du système
- Formation et Accompagnement des utilisateurs

Pour pallier la durée prolongée d'un projet de mise en place d'un ERP, il a été décidé d'adopter temporairement l'ERP Odoo pour le département industriel .

Cette mise en œuvre impliquera :

- Migration des données clients et produits
- L'installation des modules de ventes, achats, fabrication et documents
- Formation des utilisateurs et rédaction des procédures.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

1ère partie : « *préparation à la mise en œuvre d'un ERP* »

- Etablissement d'un tableau fonctionnel et technique qui traduit le degré de besoin de chaque service.
- Modélisation BPMN des processus de l'entreprise.
- Présentation du système d'information de l'entreprise.



2ème partie : « *mise en place de la solution Odoo au service industriel* »

- Bonne gestion des stocks ,des achats , des ventes et des déchets.
- Tableau de reporting à partir d'Odoo.
- Paramétrage de l'outil Odoo.
- Amélioration de la collaboration et centralisation des données.
- Contribution à l'obtention de la certification GMP+ grâce la mise en place de la traçabilité sur Odoo.



CONCLUSIONS

- Compréhension approfondie des besoins de l'entreprise.
- Évaluation des différentes solutions ERP disponibles sur le marché.
- Recommandation finale concernant le choix de l'ERP.
- Mesure de l'impact de l'implémentation de l'ERP sur l'efficacité opérationnelle et la collaboration interne.
- Expérience pratique de l'implémentation d'Odoo au sein de l'entreprise.



Génie industriel

ACQUÉREZ UNE VISION GLOBALE
DE L'INGÉNIEUR DANS L'ENTREPRISE

Au croisement des sciences de l'ingénieur, des sciences humaines et du management, l'ingénieur ENSIACET en génie industriel possède les compétences scientifiques, techniques et organisationnelles pour la **(re)conception des processus industriels**, dans un contexte international, évolutif et incertain. Il possède les compétences pour s'intégrer dans tout secteur pour mettre en œuvre **produits, services et systèmes**, par les fonctions principales (innovation, conception, industrialisation, production), transversales (méthode, qualité, lean, logistique, numérique) ou globales (gestion de projet, technologies de l'information, data, entrepreneuriat). Il est capable d'exploiter les **nouveaux modes organisationnels** et, en tant que spécialiste ou manager, de s'emparer des **projets pluridisciplinaires de l'industrie du futur** en assimilant les enjeux de l'économie circulaire, de l'usine digitale et de la **triple transformation ; numérique, énergétique et environnementale**.



COMPÉTENCES

- Élaborez, planifiez, organisez, pilotez et évaluez des projets industriels complexes
- Dimensionnez, modélisez, simulez, maîtrisez les flux et planifiez la logistique et la production
- Estimez, évaluez et justifiez la valeur économique d'un projet industriel
- Concevez, développez et mettez en œuvre des systèmes d'information
- Maîtrisez des méthodes et des outils de gestion de l'entreprise, de la qualité et de l'information

POINTS FORTS

- Insérer ses missions au sein d'un processus industriel complexe et savoir travailler en interface avec les autres acteurs de ce processus
- Se donner des repères (progression, budget, chronologie) et s'y référer
- Traiter les dimensions managériales, fonctionnelles, métiers et techniques, en situation de maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre ou offreurs de solutions

Mise en place d'une GMAO



INTEGRA METERING – THOMAS POQUE

AFANDI Hamza, GI

GSJ / IMSIC



OBJECTIFS



Integra Metering SAS est une société spécialisée dans le domaine de la mesure et de la gestion des fluides. Grâce à son expertise approfondie et à son engagement envers la qualité, la société offre une large gamme de compteurs intelligents et de systèmes de télérelève de pointe, permettant ainsi aux entreprises de mesurer et de gérer efficacement leur consommation d'eau, de gaz et d'énergie. L'augmentation de la cadence de production nécessite une gestion plus pertinente de la maintenance, d'où le choix d'une GMAO.



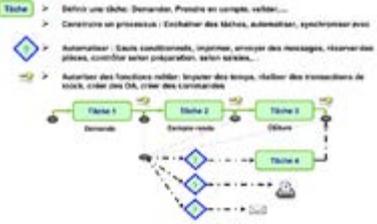
L'objectif principal de mon stage est d'intégrer le logiciel GMAO au sein du service maintenance. Pour cela, j'ai été amené à réaliser les tâches suivantes :

- Configurer le logiciel Mainta et intégrer les données
- Mise en place des indicateurs de suivi du service maintenance
- Formation des techniciens et des opérateurs sur Mainta
- Rédiger des modes opératoires pour le préventif et le curatif
- Lister les pièces de rechange critiques et non critiques
- Organiser le rangement des pièces de rechanges



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Principes de la solution Mainta



La première étape a été de me familiariser avec le fonctionnement du logiciel Mainta, ses divers modules et fonctionnalités avant de pouvoir intégrer les données nécessaires à savoir l'arborescence des équipements de chaque site, les gammes de maintenances préventives, la liste des articles du stock, les acteurs et les contrôles réglementaires. L'application web se repose sur un modèle de gestion des demandes d'intervention défini à partir des besoins de l'entreprise.

Modèle du processus de gestion des demandes d'intervention



Pour monitorer l'ensemble des demandes créées par les différents acteurs, j'ai mis en place des indicateurs à partir du module de création de requêtes et qui seront utilisables dans un tableau de bord :

- > Le temps d'arrêt par machine / ligne / panne
- > MTBF et MTTR
- > Nombre de demandes par acteur / type de travail
- > Mouvement du stock

J'ai également établi des modes opératoires en se basant sur les retours des techniciens pour optimiser les futures interventions en termes de temps et de coût.



CONCLUSIONS

Ce stage de fin d'études a été très enrichissant tant sur le plan personnel que professionnel. Pendant cette période, j'ai eu la chance de travailler au sein d'une entreprise dynamique où j'ai pu mettre en pratique mes connaissances théoriques et développer de nouvelles compétences. Les tâches qui m'ont été confiées m'ont permis d'approfondir ma compréhension du domaine de la maintenance. Ma venue à l'entreprise a été marquée par l'autonomie et la confiance qui m'ont été accordées, témoignant ainsi de leur impact positif. Au-delà des apprentissages techniques, ce stage m'a également apporté une précieuse ouverture d'esprit en me confrontant à des situations concrètes et en me poussant à sortir de ma zone de confort.

Analyse de données en logistiques



TotalEnergies – IHIHI FADMA

Mohamed Ait Taleb , GI

GI/IMSIC/CONTRAT PRO



OBJECTIFS

- Collecte de données : collecter des données relatives aux coûts logistiques pour les différents modes de transport utilisés par Total Energies, tels que les pipelines, les navires, les barges et les trains.
- Analyse des données : Analyser les données collectées afin d'identifier les domaines dans lesquels il était possible d'optimiser les coûts et d'améliorer l'efficacité de la logistique.
- Création de tableaux de bord : Création de tableaux de bord permettant de visualiser les coûts logistiques pour les différents modes de transport du pétrole. Ces tableaux de bord ont été conçus pour aider l'équipe logistique à visualiser et analyser les données relatives aux coûts de transport de manière plus efficace.
- Fiabilité des données : Un défi important était de s'assurer que les données utilisées pour les tableaux de bord étaient exactes et à jour.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Les résultats se présentent sous forme d'un ensemble de tableaux de bord conçu en utilisant l'outil de "Business Intelligence" Power BI. Ces tableaux de bord ont permis de visualiser et d'analyser l'évolution des coûts logistiques pour différents modes de transport tels que les barges, les navires, les caboteurs, les pipelines, les trains, ainsi que les coûts logistiques liés aux dépôts.



CONCLUSIONS

Cette alternance s'inscrit parfaitement dans la continuité de mon cursus d'ingénieur, car elle m'a permis d'approfondir mes compétences en analyse de données et d'utiliser des outils de Business Intelligence. De plus, elle m'a donné une compréhension plus claire des flux logistiques d'une grande entreprise telle que TotalEnergies.

Finance IT, Analytique et Amélioration Continue



DEUTSCHE BÖRSE GROUP – GLAPA Thomas

ALMAIRAC Théo, GI

GSI / IMSIC



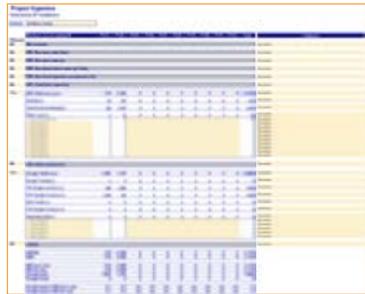
OBJECTIFS

Deutsche Börse Group est une multinationale allemande spécialisée dans la finance de marché, notamment dans la gestion de places boursières comme la bourse de Francfort. Au sein du département de Stratégie IT dont le rôle est d'assister le département CIO/COO dans la supervision de l'ensemble des activités technologiques du groupe, j'interviens à travers plusieurs missions :

- assister un **Project Manager** dans un projet de migration des datas centers vers le Cloud (mise à jour des business cases) ;
- Réaliser des **benchmarks de KPIs** (Key performance Indicators) financiers et technologiques ;
- **Rédiger des présentations** destinées au top management ;
- Collecter les données concernant l'évolution des projets auprès des parties prenantes internes.



PRINCIPAUX RÉSULTATS



En haut à gauche, un "Business case", tableau excel qui regroupe les données économiques d'un projet (investissements, operating expenses, etc)
 Au dessus, la "Heatmap", tableau de bord offrant au top management une vision stratégique hebdomadaire de l'avancement des projets et des activités et services opérationnels.
 En bas à gauche, un exemple d'indicateur calculé au cours du benchmark : le Cost-to-Income Ratio (CIR), utilisé en finance pour analyser et comparer la rentabilité des organisations.
 (Pour des raisons de confidentialité, les données ont été floutées)



CONCLUSIONS

- Professionnelle**
- Poursuite du projet de migration suite à la validation des business cases par la direction ;
 - Adaptation de la stratégie du groupe aux informations révélées par les benchmarks.
- Personnelle**
- Opportunité de découvrir un domaine (la bourse à travers la finance de marché) ;
 - Mise en application des notions d'IT et de Gestion de Projet enseignées en cours ;
 - Expérience internationale et multiculturelle, perfectionnement de ma maîtrise de l'anglais ;
 - Confirmation de mon souhait d'évoluer vers des postes stratégiques.

Internal

Assistant en Supply Chain - Shoes



Louis Vuitton – Cécile Pons

BACH Noé, Génie Industriel

Université de Brème (Allemagne)



OBJECTIFS

Au cœur de la Business Unit Souliers de Louis Vuitton, j'ai travaillé avec l'équipe Supply Chain Centrale sur les missions suivantes :

- Les allocations des produits saisonniers et permanents vers les différentes Zones du monde.
- Les propositions de transfert de stock afin de maximiser les ventes de l'activité et limiter la dépréciation (*rebalancing*).
- La communication des livraisons de produits à venir auprès des équipes en Zones.
- La gestion des demandes client VIC (*Very Important Client*) et transferts internationaux.

Deux projets ont également été menés en parallèle :

- La création d'une formation sur les flux de transport chez Louis Vuitton.
- L'amélioration du processus de *rebalancing*.



PRINCIPAUX RÉSULTATS



Missions opérationnelles

- Allocations : envoi de 15% des volumes des produits saisonniers chaque semaine.
- Proposition de quantités à expédier en se basant sur des KPIs.
- Passage de commandes.
- Communication aux zones.
- Proposition de transferts de stock sur les collections en cours, animation et suivi de ces actions avec les équipes en Zones.
- Gestion des demandes VIC et transferts internationaux.
- En coopération avec les différentes Zones, gestions de plusieurs centaines de demandes.



Projet rebalancing

Amélioration d'un processus basé sur des échanges de mails.

- Création d'un fichier Excel partagé regroupant les demandes du Central et les réponses des Zones.
- Communication du nouveau mode opératoire aux zones
- Suivi et amélioration du processus.
- Elaboration d'un rapport Power BI pour suivre les rebalancings en cours et établir des KPIs.



Projet de groupe

En équipe avec d'autres stagiaires et alternants, élaboration d'une formation sur les flux transports de LV sous la forme d'un jeu de société.

- Rencontres et interviews de nombreux acteurs internes et externes à l'entreprise.
- Création d'un jeu ludique et instructif.
- Présentation du concept sous forme de pitch devant 80 personnes et un jury.
- Animation de sessions de formation aux employés.



CONCLUSIONS

J'ai pu développer une vision globale et stratégique d'une activité en plein essor et participer à son évolution. J'ai également pu approfondir et appréhender les logiciels Microsoft Excel, Access, PowerBi, PowerPoint, et SAP et faire l'expérience unique du secteur du Luxe.

Projet IT (MES) dans le secteur pharmaceutique



CGI – Philippe MORELLE

BADRA Maxime, GI

GSI / IMSIC / CONTRAT PRO



OBJECTIFS

L'objectif principal de mon alternance était de participer à l'intégration d'un logiciel MES dans un bâtiment de production de vaccins sur le site de Sanofi situé à Neuville-sur-Saône. Pour cela, plusieurs missions m'ont été attribuées en tant que consultant alternant MES.

- Mettre en place et configurer le système MES conformément aux spécifications fonctionnelles.
- S'assurer de l'interopérabilité du MES avec les autres systèmes (automates, ERP, ...) en collaborant avec les autres équipes.
- Réaliser des tests unitaires et d'intégrations afin de veiller au bon fonctionnement du système.
- Participer aux mises en services en zone de production, afin de veiller au bon fonctionnement du système dans les conditions réelles de production.
- Si nécessaire, mettre à jour les spécifications techniques et fonctionnelles pour mieux répondre aux attentes du client.

Plus largement, ce PFE était pour moi l'opportunité de développer des compétences techniques sur la solution MES choisie par Sanofi, ainsi que d'améliorer ma compréhension des différentes phases qui composent un projet. Au quotidien, j'étais encadré par plusieurs consultants MES expérimentés, plusieurs acteurs responsables du déploiement de solutions 4.0, mais aussi les équipes de production et de qualité Sanofi.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Le MES est un logiciel responsable du pilotage, de la gestion et du suivi de la production. Il est garant de la supervision des machines et des opérateurs afin de fournir une traçabilité complète des informations de fabrication. Ce système est une base de la digitalisation des procédés de fabrication et d'industrialisation.

Lors de ma première mission, j'ai eu l'occasion de discuter avec les équipes client lors de workshop pour savoir quelles étaient leurs attentes concernant le paramétrage des options disponibles dans le système. Par la suite, il a fallu rédiger et faire approuver des documents de spécifications qui permettent de régir les paramétrages effectués lors de la mise à jour de la solution MES. Puis, les appliquer et les mettre en place concrètement dans le système.

Ma seconde mission était d'implanter le MES dans une nouvelle usine de production de vaccin qui devrait voir le jour d'ici 2025. J'ai travaillé au sein de l'équipe chargée de construire les "blocs" du MES puis de les assembler, afin de permettre à l'opérateur d'être guidé tout au long de la fabrication du vaccin.



Schématisme du rôle d'un MES au sein d'une entité IT



CONCLUSIONS

Lors de ce contrat pro, j'ai pu mettre en pratique mes connaissances théoriques et techniques acquises durant ma formation de Génie Industriel tout en me confrontant aux difficultés du monde du travail.

Ce PFE s'est avéré très enrichissant, car il m'a permis de découvrir le secteur pharmaceutique, ses acteurs et ses contraintes. J'ai pu participer concrètement à ses enjeux, au travers de mes missions dans le déploiement d'une solution MES.

Cette expérience m'a aussi aidé à comprendre que devenir un consultant nécessite de développer des compétences techniques et fonctionnelles. Également, des compétences telles que l'écoute active, la capacité de synthèse, la pédagogie et la gestion de projet sont nécessaires pour évoluer dans ce métier.

Harmonisation de l'Intégration des nouveaux fournisseurs cabine X-program



Cappgemini Engineering – Marta MIGUEZALONSO

BAKKOUR Louay, GI

ISI



OBJECTIFS

- Faire un état des lieux auprès de l'équipe et des fournisseurs ainsi que des processus appliqués aujourd'hui dans les différents programmes
- Proposer un processus complet et unique x-programme
- Documenter les démarches à suivre et les outils nécessaires pour le développement de l'activité en tant que On site support
- Partager les indicateurs de performance mises en place pour le suivi de l'activité On Site Support
- Participer au déploiement de cet démarche sur la FAL A-321 et FAL Hambourg



PRINCIPAUX RÉSULTATS

☐ Compétences développées en:

- Analyse des processus et des besoins pour le OnSite support.
- Compétences en résolution de problèmes et en analyse de données
- Communication efficace avec l'équipe et les fournisseurs.
- Capacité à identifier les lacunes et à proposer des améliorations.

☐ RÉSULTATS

- Compréhension approfondie du fonctionnement du système d'accès chez Airbus.
- Identification de la fragilité du système Airbus en l'absence d'un point focal.
- Capitaliser le processus actuel d'accès au système FAL d'AIRBUS.
- Avoir un statut clair sur l'état actuel de la FAL avec ses problèmes d'accès des fournisseurs aux avions l'ors de réparations (Objectif : trouver des solutions d'amélioration).



CONCLUSIONS

Mon stage chez Cappgemini Engineering à Airbus m'a permis de développer des compétences essentielles telles que l'autonomie et la capacité à communiquer clairement et à établir des relations avec les fournisseurs et l'équipe. J'ai également acquis une compréhension approfondie du système d'accès chez Airbus, en identifiant les lacunes et en proposant des améliorations. Dans l'ensemble, ce stage a renforcé mes compétences professionnelles et m'a donné une vision globale sur l'industrie aéronautique FAL.

Mise en place de l'outil SAP IBP



CAPGEMINI TECHNOLOGY SERVICES – BRETON FLAVIEN

BENDRISS Soukaina, GI

GSI / IMSIC



OBJECTIFS

Dans le cadre du projet Proxima pour le client AMCOR, les principaux objectifs de mon stage en tant que consultante fonctionnelle SAP sont les suivants :

- La maîtrise de l'outil SAP IBP (Integrated Business Planning)
- La simplification de l'expérience utilisateur et l'automatisation de l'intégration des processus de planification avancée de la chaîne logistique grâce à l'outil SAP IBP.
- L'amélioration continue de l'outil et l'adaptation de ses paramètres aux besoins clients.
- L'accompagnement du client durant toutes les phases du cycle S&OP (Sales & Operation Planning).



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- Mise à jour des templates SAP IBP, ce qui a permis une meilleure visualisation des données tout en minimisant les bugs et le temps d'exécution.
- Intégration de l'ensemble des données de la chaîne logistique, analyse de la master data et vérification de sa cohérence avec les informations reçues de la part du client.
- Réalisation des tests SIT (System Integration Testing) visant à vérifier le bon fonctionnement de l'outil de point de vue technique.
- Participation à la phase de préparation des UAT (User Acceptance Testing) qui consistent à la vérification de la pertinence des résultats de l'heuristique en les comparant aux résultats du RCCP.
- Gestion des autorisations IBP pour les utilisateurs en fonctions de leurs business roles.



CONCLUSIONS

L'utilisation de SAP IBP pour le projet Proxima s'avère très efficace, vu qu'il permet une intégration facilitée des données de la planification avancée et un reporting simple. Il permet également plus de flexibilité, d'agilité et d'innovation grâce à ses algorithmes prédictifs.

Alternance – Process Optimization - Quality



SANOFI – Ludovic MONTASTRUC

BERNARD Maeva, GI

MAMAR / QSE / CONTRAT PRO



OBJECTIVES

1. Automating the process of **invoice control** for an American distribution subcontractor
2. Performing a **risk analysis** related to the management activities of the packaging and distribution subcontractor



KEY RESULTS

Focus on Network 1

After analyzing the different data (Table 1), I directed my efforts towards one of the two networks used by the subcontractor: **Network 1**

Decrease of uncontrolled costs

Regarding the Network 1, the implementation of a **monthly update of the pricing grid** from the subcontractor resulted in a decrease in uncontrolled costs to 11% (Table 2).

Identification of billing errors

To enhance billing accuracy, a **tool** was developed for bill control, enabling the **identification of billing errors** and leading to the issuance of **Credit Notes**.

Risk analysis

Through conducting 6 interviews, a total of **19 risks** were identified. Two high-priority risks have been identified and corresponding **action plans** are being implementing.

Network 1	Network 2
270 shipments / months	2 570 shipments / months
1 800 € / shipments	96 € / shipments
15% misbilled	5% misbilled
45% uncontrolled	0% uncontrolled

Table 1 Network global information

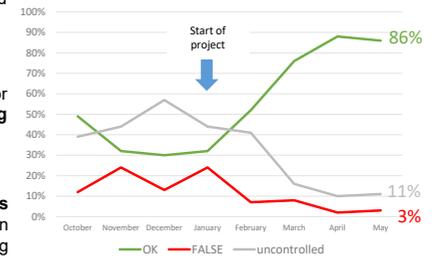


Table 2 Evolution of controlled shipment cost (% nb shipments)



CONCLUSIONS

1. The implementation of measures resulted in a significant decrease in the number of uncontrolled shipments, reducing it **from 45% to 11%**. Additionally, the **identification of billing errors** led to the issuance of **credit notes**. The ongoing **training and support** provided to the team on the tool will ensure continued control over the billing process.
2. The identification of **19 risks** allows for improved anticipation of potential future risks and the implementation of appropriate **action plans** when necessary. This analysis will greatly assist the leader team in the decision-making process and further strengthen the **Business Continuity Plan** of the department.

Développement flux ETL et gestion données



CGI – William DE-AZEVEDO

BLUTEAU Eric , GI

Echange : Politecnico di Milano (Italie)



OBJECTIFS

Dans le cadre de mon stage, mes objectifs principaux sont de développer des flux ETL (Extract Transform Load) sous DataStage et d'assurer un transfert efficace des données. Ces flux permettent de synchroniser et d'adapter des données provenant de différentes sources, notamment des données personnelles, des informations critiques et des identités logiques.

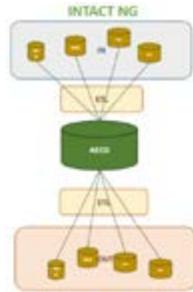
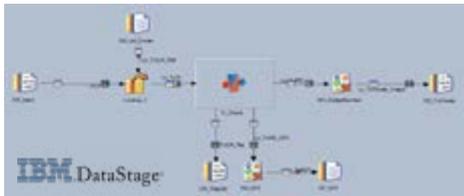
En utilisant DataStage, je suis chargé d'extraire ces données brutes, de les transformer en appliquant des règles spécifiques et de les charger dans une base de données cible. Il est essentiel de veiller à la qualité et à la fiabilité des données tout au long du processus.

Le projet implique également de gérer des données sensibles provenant d'Airbus Group, y compris ses filiales et fournisseurs. Ces données comprennent des données personnelles, des informations de badge, des photos, etc.. La portée de ce projet est donc critique, car il impacte l'accès aux sites, les outils informatiques et de production.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- Développement de plusieurs flux avec le logiciel DataStage en respectant les requirements fournis par le business dans le BRD
- Réalisation de Tests
- Mise en PROD
- Maintenance des flux en PROD avec la gestion des incidents



CONCLUSIONS

En conclusion, mon stage m'a permis de développer et gérer efficacement des flux ETL sous DataStage. J'ai travaillé sur la synchronisation et l'adaptation de données provenant de différentes sources provenant d'Airbus Group et de ses partenaires.

J'ai également assuré la maintenance des flux en production en travaillant en collaboration avec plusieurs équipes intervenant sur le projet.

Ingénieur EHS



L'OREAL, Usine de SAINT-QUENTIN – Safae HMD

CHABERT Camille, GI

UPC - Universitat Politècnica de Catalunya (Espagne)



OBJECTIFS

L'USINE EN QUELQUES CHIFFRES :

- 55 000 m² de surface
- 1 million de produits par jour
- 3 technologies : aérosols, roll-on, et spray-vapors



C'est une usine chimique classée **Seveso Seuil Haut** du à la présence de quantités importantes de gaz inflammables liquéfiés et de liquides inflammables. La **sécurité** des personnes et des équipements est donc une **priorité**.

Sécurité

- ❖ Sensibiliser les équipes à la sécurité et dispenser les formations EHS
- ❖ Gestion et évaluation du risque chimique

Réglementaire

- ❖ Assurer la veille réglementaire
- ❖ Préparation des audits

Incendie

- ❖ Mise en conformité de la protection incendie du site

Entreprises Extérieures

- ❖ Gestion des Entreprises Extérieures et des chantiers



PRINCIPAUX RÉSULTATS



Sécurité

- ✓ Evaluation du Risque Chimique à l'aide du logiciel Seirich



Incendie

- ✓ Collaboration avec un bureau d'études pour réaliser l'état des lieux des non-conformités concernant la protection incendie du site et l'ampleur des travaux à réaliser
- ✓ Réalisation du Master Plan Incendie étalé sur 5 ans (Priorisation, budgétisation)
- ✓ Suivi et gestion des chantiers sur la protection incendie : remplacement des portes coupe-feu, maintenances/interventions sur le réseau RIA et Sprinkler



Réglementaire

- ✓ Suivi de la conformité réglementaire et accompagnement des différents interlocuteurs sur la réalisation des actions
- ✓ Préparation de l'audit interne Direction Général des Opérations (DGO) ayant eu lieu en Mai et suivi du plan d'action



Entreprises Extérieures

- ✓ Création d'un tableau de bord sous power BI permettant d'avoir une vision globale des interventions des Entreprises Extérieures
- ✓ Suivi quotidien des entreprises extérieures (préparation d'autorisation de travaux et permis spécifiques, analyse de risque chantiers et support technique)
- ✓ Communication Usine/état d'avancement et compte-rendu des interventions



CONCLUSIONS

Compétences mobilisées :

Hard Skills

- Management transverse
- Gestion de projet
- Relationnel et Communication
- Gestion des priorités

Soft Skills

- Bienveillance
- Capacité à s'affirmer
- Esprit critique
- Confiance en soi
- Autonomie

Outils utilisés :



Lean Management



SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY – JESPER SKOV NIELSEN

CHANTRAN Hugo, GI

GSII/MSIC



OBJECTIVES

Siemens Gamesa Renewable Energy is the market leader in offshore wind energy. With demand growing and products evolving technologically, SGRE wants to maintain its competitiveness and leadership. To achieve this, lean management is one of its main assets.

My mission is therefore to strengthen the lean team to work on various projects. These projects affect all sectors, from production to quality and R&D. My objectives was :

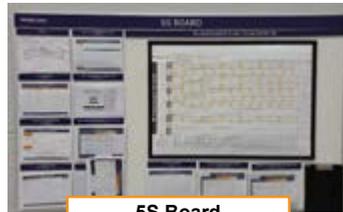
- **Capacity improvement** of an old **cutting fiber glass machine**
- **Risk assessment** for the **maintenance of the cutting machine**
- Modeling of **flows** in the factory
- **5S training**



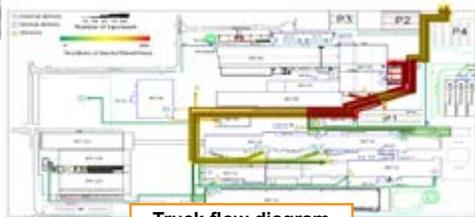
KEY RESULTS



Cutting machine yield



5S Board



Truck flow diagram

- **Kaizen event**
- **Warehouse flow map**
- **Process time**



CONCLUSIONS

This internship was **very rich in learning** and **formative**. I was able to help the ramp up of the **lean process** in the factory. Personally, I have worked on a **variety of assignments** with different departments. This internship has taught me to work **rigorously** and **autonomously**, and to gain experience within a company.

Stage Consultant Fonctionnel/ Testeur



CGI – GATIMEL NICOLAS

CHARRAIL Akrame, GI

• GSII/MSIC



OBJECTIFS

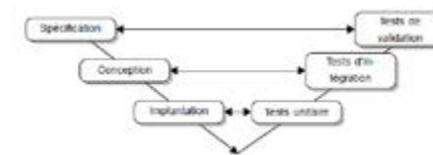
Ma mission principale dans le projet du client FNAC DARTY au sein de CGI consiste à recueillir le besoin des différentes fonctionnalités que le client souhaite mettre en place dans la solution OPENCELL élaborée et déployée pour gérer les abonnements des clients de FNAC DARTY. Cela inclut donc la gestion du Backlog, l'explication des user stories aux équipes de développement, la rédaction des scénarios des cas des tests et l'exécution de ces derniers et finalement la documentation des fonctionnalités pour faciliter la maintenance.

En plus que mon rôle de Business Analyst, j'ai le rôle de support et de supervision sur les incidents clients et les écarts des traitements nominaux de la solution



PRINCIPAUX RÉSULTATS

La gestion de ce projet suit la **méthodologie agile** pour permettre la collaboration des collaborateurs clients en mettant le point sur une adaptation aux changements flexible et rapide. La complexité de la solution de traitement des abonnements du client a nécessité un temps d'apprentissage pour en comprendre le fonctionnement, afin de pouvoir concevoir de nouvelles fonctionnalités. Au fil du temps, mon expertise dans la solution s'est améliorée de manière satisfaisante, me permettant ainsi de tester les nouvelles fonctionnalités en prenant en compte leurs impacts potentiels sur le fonctionnement normal de la solution. De même, dans mon rôle de supervision, une expertise approfondie de la solution est requise pour résoudre les écarts et les incidents rencontrés par les clients



CONCLUSIONS

En conclusion, mon stage chez CGI a été une expérience extrêmement enrichissante. Au cours de mon stage, j'ai pu développer mes compétences en analyse fonctionnelle, des compétences techniques en matière de gestion de base de données ainsi que d'acquérir une vision concrète du fonctionnement de projets d'envergure.

Mise en route et gestion d'un atelier de production



LYOPHITECH – MONTFORT Mathias

CHOPELIN Louise, GI

GSI / IMSIC / CONTRAT PRO



OBJECTIFS

Mise en route

Définir les objectifs que l'installation doit atteindre, Lister les tâches à réaliser pour que la machine atteigne ses objectifs, Prioriser et traiter les points ouverts. Planifier les tâches restantes, Ecrire les procédures d'utilisation.

Structurer

Mettre en place des outils de coopération et de communication entre les services, Mettre à jour les procédures d'utilisation, Tracer les informations, Concevoir le packaging.

Fiabiliser

Planifier la production à l'aide du PIC (Plan Industriel et Commercial). Créer une gestion de la maintenance, Suivre les rituels, Tracer les problèmes/non-conformité rencontrées, Concevoir un inventaire.

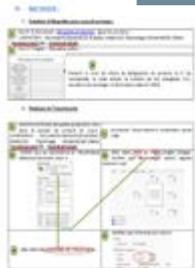
Optimiser

Etablir un tableau de bord, Suivre les indicateurs de production, Gérer l'inventaire, ...



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Mise en route



Rédactions des PI : (Procédures Industrielles), dans le but que chacun puisse réaliser les opérations de production avec l'aide de celles-ci. Avec le matériel nécessaire ainsi que la méthode. Elles sont alors affichées à l'endroit où elles sont nécessaires.

Structuration



Réalisation et gestion d'un planning détaillé sur deux semaines. Une version virtuelle et une version tableau visuel dans l'open space. Cela permet de visualiser les interventions des différents services et les opérations en cours.

En parallèle de la PI packaging, le document qui génère les étiquettes pour le packaging client.



CONCLUSIONS

Une fois que les procédures sont établies, et que les outils sont mis en place, il a fallu gérer la planification de production. La mise en place d'un PIC (Plan Industriel et Commercial) va permettre le travail conjoint entre le service production et le service commercial.

Pour fiabiliser la production, reste à choisir les bons KPI à suivre ainsi que de mettre en place le processus de maintenance pour fiabiliser les équipements.

Amélioration Continue / Excellence Opérationnelle



DAHER AEROSPACE – N.LESTIEN

CREMIEUX Alexandre, GI

GSI / IMSIC
Contrat PRO



OBJECTIFS

Intégré au service Ingénierie Sud-Est, support aux opérations de l'entreprise Daher Aerospace dans ses activités dans le Sud-Est de l'Europe. Mon secteur d'activité était restreint aux sites d'Airbus Helicopters à Marignane et Vitrolles.

Ma mission consistait à animer l'amélioration continue et l'excellence opérationnelle sur les prestations de sous-traitance logistique de Daher au profit de Airbus Helicopters.

Dans ce cadre j'ai mené des chantiers 5S et Kaizen sur différentes activités, répondu aux sollicitations directes des opérateurs et supervisé la réalisation de projets dans le cadre du plan de progrès CAP24, plan de progrès AIRBUS Helicopters Marignane.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Chantiers

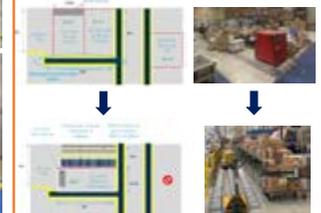


- Suppression des éléments parasites, rangement
- Identification des zones et espaces de travail
- Mise en place de standards

- Standardisation des postes
- Meilleure visibilité des flux
- Gains de temps de recherche et déplacement de colis

Chantiers Kaizen

Plans et Photos de l'activité Amont BL Avant et Après Chantier



- Réorganisation des zones et des flux
- Achat d'un convoyeur à colis
- Intégration de Rails à palettes au sol

- Gains de place au sol
- Meilleure visibilité des flux
- Gains de temps de recherche et déplacement de colis

Projets CAP24



- Fusion de deux activités
- Déplacement de deux Racks de stockage
- Ajout d'un Cantilever

- Augmentation Part Preservation
- Gains de capacité de stockage
- Gains de temps de recherche et déplacement de colis

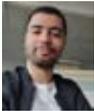


CONCLUSIONS

Ce stage, implémenté dans l'industrie aéronautique, particulièrement dans le secteur de l'industrie d'hélicoptères m'a permis dans un premier temps de découvrir ce secteur d'activité auquel j'ai très largement pris goût. De par mes missions et mon champ d'action, j'ai pu mettre en place et en pratique de nombreuses connaissances acquises lors de mes 3 années de formation à l'ENSIACET. La mise en pratique et cette expérience en entreprise ont mis un point d'honneur à ma formation d'Ingénieur en Génie Industriel.

Stage en Gestion de Projets

TOULOUSE
INP Ensiacét



Airbus Operations – NAHARBERROUET Pierre



EL AMRI Yassine, GI

GSI / IMSIC



OBJECTIFS

Au sein de l'unité électrique OLME d'Airbus, mon stage consistait à mener les projets suivants :

<p style="text-align: center;">Optimisation et gain de surfaces</p> <p>Étudier l'état actuel de l'atelier de production afin d'optimiser l'agencement des postes de production et libérer des surfaces pouvant accueillir de nouveaux produits</p>	<p style="text-align: center;">Base de données Charge/Capacité</p> <p>Créer une base de données pouvant calculer les taux d'utilisation des moyens de production ainsi que les besoins en termes de surfaces s'il faut augmenter la capacité de production en ajoutant des postes</p>	<p style="text-align: center;">Cahier de charge d'un outil CRM</p> <p>Établir un cahier de charge définissant les besoins et l'architecture de l'outil CRM</p>
---	--	---



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Optimisation et gain de surfaces

- Cartographie de l'atelier de production et identification des zones à optimiser
- Proposition de différents agencement de postes avec différents objectifs de surfaces



Base de données d'analyse Charge/Capacité

- Définition du besoin et création de la base de données sous Google Sheet
- Recueil de données des différents services et établissement des calculs
- Calcul des outputs à partir des prévisions de production sur un horizon de 5 ans
- Etablissement de l'historique et traçage des résultats
- Participer à la mise en service de l'outil



Cahier de charge d'un outil de CRM

- Étude des workflows et des processus métier
- Définition du besoin
- Rédaction de la liste de fonctionnalités



CONCLUSIONS

Les projets réalisés sont divers et différents mais s'inscrivent tous dans une démarche d'amélioration du service et un contexte de croissance. Leurs buts étant d'ajouter de nouvelles dimensions aux prévisions et permettre un meilleur contrôle et une meilleure gestion des moyens et des affaires.

Pilotage des chantiers d'amélioration continue

TOULOUSE
INP Ensiacét



AIR LIQUIDE – Vincent CHASSEREAU



EL ANJOURMI EL AMRANI Insaf, GI

GSI / IMSIC / CONTRAT PRO



OBJECTIFS

Dans le cadre du projet "Greenfield" de déménagement au nouveau centre de conditionnement de bouteilles de gaz industriels de Air Liquide à Saint-Ouen-l'Aumône, je suis chargée de mener des **chantiers d'amélioration continue** sur le site actuel, en travaillant sur deux problématiques clés: la **maintenance des outils de conditionnement** et l'**optimisation de l'ordonnancement du conditionnement**.

Ces chantiers visent à renforcer l'efficacité opérationnelle et à préparer l'entreprise à une transition en douceur vers le nouveau site.

- Chantier 1: Identifier et résoudre des problèmes survenant lors de l'utilisation du robot de conditionnement des petites bouteilles d'oxygène afin d'optimiser les performances de l'équipement.
- Chantier 2: rationaliser et optimiser les flux de travail sur les postes de conditionnement en trouvant le scénario le plus efficace de conditionnement de chaque type de bouteilles sur chaque poste, en tenant compte des contraintes de temps, des capacités de production et des exigences en matière des produits.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

➤ Pour le chantier 1, grâce à la démarche **DMAIC** (Définir, Mesurer, Analyser, Améliorer, Contrôler), j'ai pu définir les objectifs, **identifier les défauts** les plus récurrents qui causent l'arrêt du robot, mesurer leur criticité à l'aide d'**indicateurs clés** comme: "temps perdu/défaut/jour" et "bouteille perdue/défaut/jour". Dans la phase d'analyse, à l'aide des données des indicateurs recensées, j'ai pu **construire un pareto** qui hiérarchise les défauts afin de concentrer l'analyse sur les défauts qui causent les plus grands **temps d'arrêt du robot**. Une **étude des causes racines** de chaque défaut a permis de trouver des liens de cause entre les différents défauts et donc la proposition des solutions a été plus ciblée et efficace. Ainsi, le résultat obtenu est un **plan d'actions correctives** que nous veillons à suivre et à mettre à jour grâce à des réunions où chaque service nous communique l'avancement des actions dont il est responsable.

➤ Pour le chantier 2, dans un premier temps, j'ai **recensé les données** des différentes références de bouteilles produites en 2022, puis j'ai **construit des tableaux** des références conditionnées quotidiennement, hebdomadairement et occasionnellement sur chaque outil afin d'identifier les types de bouteilles qui figurent dans les ordres de fabrication (OF) quotidiens et donc **construire le socle de référence** en prenant en compte ces OFs. Dans un second temps, j'ai **passé des journées** sur les postes qui seront présents dans le nouveau site avec les opérateurs qui sont les plus efficaces dans leur travail et qui optimisent le temps. Ceci m'a permis de **calculer les temps** des différentes étapes de conditionnement qu'un opérateur doit suivre dans le cas optimum ainsi que l'ordre de conditionnement de bouteilles qu'il doit suivre pour **atteindre les objectifs quotidiens**. Ces temps m'ont aidé à **modéliser** différents scénarios de conditionnement sur chaque poste. Ces scénarios sont toujours en cours d'amélioration. Le scénario final maximisera l'efficacité opérationnelle, réduira les délais et donc augmentera la satisfaction des clients.



CONCLUSIONS

Ces chantiers d'amélioration continue sont d'une importance capitale pour assurer une transition sans heurts vers le nouveau site industriel d'Air Liquide. En renforçant la maintenance des outils de conditionnement et en optimisant l'ordonnancement du conditionnement, nous créons un environnement opérationnel plus performant et efficace. Ces initiatives contribuent à la réalisation des objectifs de l'entreprise, en garantissant une continuité de production, une meilleure qualité des produits et une satisfaction accrue des clients. En somme, ces chantiers représentent un pilier fondamental de la préparation au déménagement et du succès à long terme d'Air Liquide dans son nouvel environnement industriel.

PMO – Portefeuille IT 

SERVIER MONDE – Mr Ahmad MURTADA & Mr Fabrice MAUFAY

 Imane EL GOUD, GI

GSi / IMSIC / CONTRAT PRO 



OBJECTIFS

SERVIER a lancé une transformation digitale ambitieuse dans laquelle tous les collaborateurs de la **direction Digital, Data & SI DDSI** sont acteurs clés. En tant que **Project Management Officer - Portefeuille IT** au sein de la DDSI, mes principaux objectifs étaient de :

- 1) Accompagner à la transformation digitale avec l'ensemble des digital leaders.
- 2) Acculturer et accompagner le change agile.
- 3) Structurer et outiller les instances de pilotage de portefeuilles.
- 4) Accompagner la Data Factory dans son pilotage de portefeuille et budget.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Objectif 1 : Transformation digitale du groupe 

- **Maturité digitale POC en filiales Italienne & US :**
 - ✓ Mise en place d'un toolkit de déploiement de la méthodologie *DAI** du Boston Consulting Group pour l'évaluation de la maturité digitale de la filiale
- **Benchmark digital périmètre pharmaceutique (R&D – Industry)**

Objectif 2 : Transformation Agile 

- **Appropriation de l'approche agile :**
 - ✓ Au **niveau équipe** - en tant que Scrum Master : Animation des points bimensuels pour la mise à jour du Kanban en collaboration avec les PMO
 - ✓ Au **niveau programme** (SAFe) : Participation à l'organisation du PI Planning (événement trimestriel)

Objectif 3 : Pilotage des portefeuilles métiers 

- Mise en place d'un **Dashboard de pilotage budgétaire** visuel (Version Excel + Version Power BI)
- **Accompagnement à la mise en place d'un capacity planning**

Objectif 4 : Accompagnement Data Factory 

- **Bilan des achievements 21/22 – 22/23** de la Data Factory
- **Accompagnement à la mise en place d'un outil pour pilotage du budget et des ressources** de la Data Factory



CONCLUSIONS

Avoir l'opportunité de réaliser mon alternance au sein d'une entreprise pharmaceutique en pleine transformation digitale comme SERVIER a été une expérience enrichissante tant sur le plan professionnel qu'humain. Tout au long de cette période, j'ai pu consolider et mettre en application mes compétences mais également avoir l'occasion d'appréhender et de traiter des cas concrets relatifs à la transformation digitale d'un Groupe et à la gestion de portefeuilles métiers.

* DAI : Digital Acceleration Index

Amélioration continue et logistique digitale 

Forvia – Ismail MAACHOU

 ElMOUGLY Younes, GI

EPI / ELENSYS / CONTRAT PRO 



OBJECTIFS

Groupe Faurecia est l'un des principaux fournisseurs mondiaux de technologies automobiles. Les principaux objectifs de mon alternance sont d'optimiser les processus de production, d'approvisionnement et de logistique afin d'améliorer l'efficacité globale, de mettre en place des systèmes de suivi et de contrôle des stocks afin de maintenir les niveaux de stock optimaux et d'optimiser la planification de la capacité de production et de l'alignement de la demande avec les capacités de l'entreprise.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- Assurer l'affichage visuel dans les zones réception et expédition.
- Assurer la réception informatique des livraisons internes et débloquer les bons de livraison.
- Elaborer des plannings de production détaillés en fonction des capacités des ressources disponibles, des délais et des priorités en utilisant PRE-ACTOR (Logiciel de planification) afin de répondre rapidement aux changements de demande.
- Afficher le niveau de stock des composants, et déployer une application digitale (e-cycle count) pour faire l'inventaire.
- Créer des alertes : Faciliter le suivi des dérives sur le terrain et la communication de l'information.
- Fournir un aperçu hebdomadaire aux superviseurs logistique afin d'équilibrer la charge de travail .
- Créer le fichier LTC (Logistics Time Calculation) pour la tôlerie.
- Suivre les indicateurs clés de performance et les idées d'amélioration proposées par le personnel.



CONCLUSIONS

L'utilisation de ces outils a mené à des gains en efficacité, en réduction des coûts logistiques et en amélioration des délais de livraison. Le suivi des indicateurs (KPI) permet d'avoir une amélioration globale de la performance de la chaîne d'approvisionnement.

Gestion Industrielle Unité Moteurs et Cabine FAL A330

TOULOUSE
INP Ensiacét

Airbus Operation SAS – Anne M.

FAVIER Corentin, GI

Luleå Tekniska Universitet (Suède)

AIRBUS

OBJECTIFS

Fabriqué depuis 1992, l'A330 est un avion multirôle et un atout stratégique d'Airbus. Déclinable en version commerciale, freighter et militaire, il est également la base structurelle des Airbus Beluga XL. Toutes ces versions sortent de l'unique FAL (Final Assembly Line) A330 situé à Toulouse où j'ai eu la chance de réaliser mon stage. Aux côtés d'Anne M., adjointe du leader de l'unité "Cabine et Montage Moteur" j'ai contribué à divers projets tel que :

- Mise en place de l'accueil des nouveaux arrivants et accompagnement du déploiement
- Réaménagement 5S d'un atelier complet en prenant en compte la montée en cadence
- Analyse et développement de la digitalisation centrée smartphone de la FAL
- Étude des non-conformités des manquants dans une démarche d'excellence qualité

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Support pour l'accueil des nouveaux arrivants

Pour accueillir les nouveaux arrivants, il a été décidé de créer un événement mensuel rassemblant les principaux acteurs de la FAL.

Cette présentation est l'occasion de montrer l'ensemble des métiers de la FAL aux nouveaux embauchés afin d'aider à mieux comprendre cet environnement complexe et ses enjeux.



En réalisant une analyse sur les données des années précédentes puis sur le terrain, le but de ce projet est de proposer des actions permettant de réduire le nombre de pièces perdues/manquantes.



Ce projet s'inscrit dans un contexte d'amélioration de la qualité, où un des enjeux est de réduire le nombre de non-conformité de l'unité

Étude des non-conformités des manquants

Réaménagement 5S d'une zone

Avec la montée en cadence, une étude a été lancée pour savoir si la zone pourrait supporter ces changements d'un point de vue spatial.



Afin de déterminer si la superficie de la zone pourrait accueillir l'ensemble des opérations, il a été nécessaire de recenser les différentes superficies avant de réaliser des plans.



Ce projet, interne à l'unité, a permis de déterminer les besoins digitaux de la production dans le but de créer des applications pertinentes et adaptées.

Il intervient dans la continuité du projet "Smartphone For All" mené au sein d'Airbus visant à distribuer un téléphone professionnel à chacun.

Digitalisation centrée smartphone de la FAL

CONCLUSIONS

Mon stage a consisté à initier et supporter des projets dans de divers domaines, c'est pourquoi les applications et les conséquences en sont donc tout aussi variées. L'Onboarding propre à l'unité 2 répond désormais aux besoins des nouveaux arrivants tandis que le réaménagement de la zone va permettre d'assumer la montée en cadence. Le recueil des besoins digitaux, lui, a servi à développer des applications smartphones pertinentes et selon les besoins réels de la production. Enfin, les solutions proposées à la suite de l'analyse menée sur les manquants ont pour but de réduire le nombre de NC ainsi que les coûts.

Personnellement, la variété de ces projets m'a permis d'interagir avec de nombreux acteurs de la FAL A330 auprès desquels j'ai dû adapter mon management. La dynamique et les enjeux inhérents à cet environnement ont également enrichi mes compétences, notamment en Lean Manufacturing.

© Airbus Operations SAS tous droits réservés

Business Analyst / Consultant fonctionnel

TOULOUSE
INP Ensiacét

CGI – Charles-Etienne BOURGET

FREIJ Haitam, GI

GSI / IMSIC

CGI

OBJECTIFS

L'équipe SCRUM CGI travaille sur un projet de développement d'une application qui a pour objectif de digitaliser des processus de gestion des voies ferroviaires pour le client SNCF.

Plus personnellement, en tant que Business Analyst, j'avais comme objectifs de :

- Gérer le Product Backlog client et gérer la communication entre les équipes CGI et les équipes SNCF.
- Comprendre le besoin client et remonter les questions des développeurs afin de mieux répondre aux attentes du client.
- Gérer des tests (rédaction des cas de tests, test de l'application, remontée des anomalies...)

PRINCIPAUX RÉSULTATS

- Rédaction des cas de tests et réalisation des tests à partir d'une description de pas de tests réalisée sur la plateforme Squash

Synthèse		Avancement de l'exécution										Jamais exécuté				
Suite de tests	Total	A faire	Fait	A exécuter	En cours	Succès	Échec	Blocké	Non testable	% Avanc.	% Succès	% Échec	Résul. prév.	0	0	0
Total	78	0	78	0	0	78	0	0	0	100%	100%	0%	100%	0	0	0

- Animation des réunions avec le client et mise à jour quotidienne des plans d'action (Gestion du backlog) pour accompagner l'équipe dans la résolution des problèmes et des incidents



- Validation des fiches de développement pour assurer la bonne compréhension des tickets par les développeurs.
- Rédaction des spécifications fonctionnelles détaillées du projet.

CONCLUSIONS

Le projet avec les équipes CGI m'a permis de développer plus de compétences en matière de gestion de projet et plus spécifiquement sur la méthode SCRUM, ainsi que la gestion de la communication en étant la jonction entre le client et les développeurs. Ce stage a été en parfaite adéquation avec ma formation génie industriel vu que je me suis investi dans le projet avec toutes les connaissances que j'ai apprises durant ces 3 ans de formation.

AMELIORATION CONTINUE FAL A320 - Poste 40



AIRBUS – ERIC PIRLET

JEAN Juliette, GI

Linköping University (Suède)



OBJECTIFS

Contexte	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Groupe de production : Final Assembly Line de l'Airbus A320, Toulouse ◆ Poste 40 : jonction entre la voilure et le fuselage de l'avion ◆ Airbus Operating System (AOS) : système empruntant les méthodes du Lean Manufacturing pour garantir l'excellence opérationnelle 	
Environnement	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Dynamique ◆ Challengeant ◆ Contact terrain 	
Missions Principales	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Déployer l'AOS : mettre en place des processus et routines ◆ Conduire le changement auprès des équipes de production ◆ Coacher les chefs d'équipe ◆ Implémenter des méthodes d'amélioration continue 	



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Sécurité	<ul style="list-style-type: none"> Remise en place d'une routine hebdomadaire Coordination des actions 5S sur les lignes de production 	Processus	<ul style="list-style-type: none"> Redéfinition des routines sur la gestion des compétences des opérateurs Redéfinition de la routine de traitement des idées des opérateurs
Opérationnel	<ul style="list-style-type: none"> Capitalisation des besoins opérationnels des opérateurs jusqu'aux managers de niveau 2 Transformation des indicateurs du brief de début de vacation pour plus d'adhérence des opérateurs Mise à jour de l'outil support aux tours de terrain 		
Divers	<ul style="list-style-type: none"> Participation à des benchmarks sur les autres unités de production 		



CONCLUSIONS

Performance	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Missions permettant un gain de temps des managers de niveau 2 ◆ Routines mieux optimisées 	Compétences acquises	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Production aéronautique ◆ Lean Management ◆ Leadership ◆ Communication ◆ Management ◆ Coaching
Retour d'expérience	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Expérience très formatrice ◆ Diversité des sujets traités ◆ Emulation positive des équipes ◆ Autonomie et bienveillance 		

Amélioration des performances énergétiques de la raffinerie



S.A. DE LA RAFFINERIE DES ANTILLES – STÉPHANIE THÉVERIN

JOACHIM Loann, GI

Universitat Politècnica de Catalunya (Espagne)



OBJECTIFS

La SARA a été créée en 1969 afin d'assurer l'indépendance énergétique des 3 départements ultramarins français : Martinique, Guadeloupe et Guyane. Elle approvisionne ainsi les 3 départements en essence, gazole, gaz, jet et fiouls. Les objectifs du stage se sont inscrits dans la stratégie de décarbonation de l'entreprise :

- 1) Pilotage du Système de Management de l'Energie de la raffinerie
 - Structure et management de l'énergie dans le cadre de la norme ISO 50 001
 - Préparation d'un audit externe de suivi par l'AFNOR pour la certification ISO 50 001
- 2) Projet d'amélioration du suivi des consommations énergétiques
 - Mise en place de compteurs électriques
 - Mise en place d'un logiciel de pilotage et de suivi de la performance énergétique (tableaux de bord, indicateurs de performance énergétique, consommations)
- 3) Elaboration du Bilan Carbone trimestriel
 - Collecte des données
 - Calcul des émissions en T_{eq}CO₂



PRINCIPAUX RÉSULTATS

	<ol style="list-style-type: none"> 1) • Maintien de la certification après audit externe • Plan de communication dédié à l'énergie • Communication interne au personnel SARA • Mise à jour de la revue énergétique de 2023 : <ul style="list-style-type: none"> - Mise à jour du plan de collecte des données nécessaires au calcul des indicateurs - Mensualisation du suivi des équipements du site (consommation, indicateurs)
<ol style="list-style-type: none"> 2) • Etude préalable avec le prestataire • Réalisation du planning et du budget du projet • Elaboration du Cahier des Charges fonctionnel du logiciel 	<ol style="list-style-type: none"> 3) Résultats commentés de bilan carbonés des sites SARA (Martinique, Guadeloupe, Guyane)



CONCLUSIONS

Ce stage m'a permis de découvrir les exigences de la norme ISO 50 001 et du bilan carbone. J'ai également pu mettre en œuvre des compétences de planification et d'analyse fonctionnelle. Enfin, j'ai participé à la démarche d'amélioration continue du système de management de l'énergie de l'entreprise, ainsi qu'à sa stratégie de décarbonation.

Busines Analyst/Testeur

CGI – CRETINOIR Alexis

JOUET Pierric, GI **GSI / IMSIC**



OBJECTIFS

Encadré par un Chef de projet et intégré au pôle de compétence WEB de CGI, mes missions sur le projet GRDF sont les suivants :

- Rédaction des scénarios de tests
- Tests des développements
- Ateliers clients

On m'a aussi proposé au début de mon stage une mission transverse qui était de faire du suivi de projet sur le CIR (Crédit impôt recherches). Cela me permet de m'améliorer dans le suivi de projet pour atteindre mon objectif qui est de devenir Chef de projet.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Mission principale :

- Application Jira pour rédiger les scénarios de test à partir des User stories (1)
- Rédaction des scénarios de test et résultats de test (2)

(1)

(2)

Mission transverse (CIR) :

- Suivi des collectes de preuves et des descriptions pour chaque projet
- Vérification du bon remplissage d'un fichier Excel
- Communication avec les directeurs s'occupant du CIR pour faire des points réguliers.



CONCLUSIONS

Mon stage me permet d'avoir une meilleure connaissance dans le domaine des technologies de l'information ainsi qu'une meilleure appréhension par rapport à la communication en faisant l'intermédiaire entre le client et les développeurs.

Avec ma mission transverse, j'ai pu aussi acquérir des compétences dans le domaine du suivi/gestion de projets.

Revue énergétique

Arc en Ciel 2034, Veolia, Benoist Renard

KUKLEWICZ Tom, GI **EPI / ELENSYS / CONTRAT PRO**



OBJECTIFS

Dans le cadre de mon contrat de professionnalisation chez Veolia, sur le site Arc en Ciel 2034 de Couëron, une usine de traitement et de tris des déchets de la métropole nantaise, plusieurs missions m'ont été confiées :

Mission principale : réalisation de la revue énergétique du site



- Collecter les données sur la consommation d'énergie de l'usine.
- Traiter et analyser ces données pour identifier les gisements d'économie d'énergie.
- Proposer des plans d'actions pour réduire la consommation en énergie.

Missions annexes :

- Mettre à jour les schémas P&ID du réseau vapeur de l'installation.
- Réaliser une fiche de prévention des risques.
- Contacter des prestataires pour la modélisation numériques des schémas P&ID



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Mission principale : Revue énergétique

- Récupération et traitement des données de l'installation (1)
- Schématisation du procédé de l'installation pour faire le bilan thermique(2)
- Cotation des usages pour identifier les usages énergétiques significatifs (3)
- Mise en place de plans d'action pour réduire les consommations d'énergies du centre de tri et d'incinération
- Automatisation des tâches répétitives à l'aide de macros Javascript sous Google Sheet



Récupération et traitement des données(1)

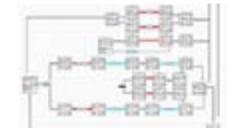
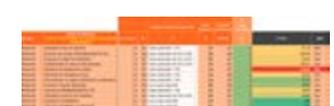


Schéma simplifié de l'installation (2)



Cotation des usages énergétiques (3)

Missions annexes :

- Modélisation de deux schémas P&ID
- Réalisation d'une fiche de prévention des risques ainsi que de deux documents informatifs à installer dans l'usine
- Prise de contacts avec quatres prestataires pour la réalisation des P&ID de l'usine.



CONCLUSIONS

Mon contrat de professionnalisation que j'ai réalisé au sein de l'usine Arc-en-Ciel 2034 m'a permis de mettre à profit les compétences que j'ai acquises pendant mon cursus à l'ENSIACET. La formation de génie industriel couplée au parcours ELENSYS, m'a donné l'occasion de mener à bien les missions qui m'ont été accordées : en particulier, sur la gestion et la réalisation de la revue énergétique du site.

Digitization & Quality Project Manager



AIRBUS HELICOPTERS – MORGANE DOVETTA



LAUTRAM Maéva, GI

Academic exchange : Luleå Tekniska Universitet (Sweden)



OBJECTIVES

An important challenge for Airbus Helicopters is the migration of its SAP information system. The NEW ERP project is a global transformational project. From highly customized and older versions of SAP, the aim is to work with one modern and fully integrated platform: SAP S/4 Hana.

Within the Aviation Safety & Quality department, we work on projects to deploy digital operational solutions to ensure the conformity of our helicopters.

The main focus of my internship was to **prepare the future for the Conformity & Airworthiness management of our helicopters in S/4 Hana**.

In order to achieve this goal, I worked on the following subjects:

- Preparation of the Spanish Pilot
- Definition and specification of the Conformity & Airworthiness Cockpit
- Digitization of the documentation in the new system



MAIN RESULTS

I followed the guideline of the project for the conformity subject: "Implement a complete, harmonized and viable tool in order to improve and simplify conformity checks".

- Spanish Pilot scenarios**
- ✓ Definition of scenarios for the Spanish pilot deployment
 - ✓ Management of risks and opportunities (SWOT)
 - ✓ Development of tools for supporting decision-making (decision matrixes)



Figure 1: SWOT

- Conformity & Airworthiness Cockpit**
- ✓ Project management focused on quality, cost & deadlines
 - ✓ Definition of visual and technical specifications
 - ✓ Management of a subcontractor
 - ✓ Onboarding of conformity users
 - ✓ Reflection on change management for the next steps



Figure 2: Airworthiness & Conformity Cockpit

- Digitization of documentation**
- ✓ Project management
 - ✓ Definition of the specifications
 - ✓ Study on digital signature



CONCLUSIONS

The tasks I performed during my internship allowed me to acquire knowledge on helicopter manufacturing. I led my subjects, and applied my project management skills to a global, complex and cross-functional project. I thank my managers for their trust and opportunity.

Chargé de réimplantation d'atelier de production/ magasin



SEMATEC METROLOGIE – Matthieu HUSSET



LE BARS Basile, GI

IMSIC



OBJECTIFS

1. Définir l'implantation générale de l'atelier/ magasin, négocier avec Alstom les nouvelles surfaces allouées.
 - Positionner les zones opérationnelles, zones de stockage, voie de circulation
 - Proposer une optimisation des flux logistiques.
 - Inscrire l'implantation dans une démarche Lean.
2. Interfacer avec Alstom pour les besoins énergétiques et modifications structurelles du/des bâtiments.
3. Revue process informatiques et physiques.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Missions

- On peut séparer le travail réalisé en deux missions indépendantes:
- _ Réimplantation des ateliers, évaluation des coûts et des impacts sur l'activité, négociation avec la direction Alstom.
 - _ Développement de solution pratiques à savoir démarche Lean, architecture système informatique.



Notes de calculs

Réimplantation

Transmettre un besoin précis à Alstom concernant les surfaces minimales au sol pour pérenniser l'activité. Négocier la plus favorable, partager les coûts.

Développer des outils visuels impactant en lien avec la mise en concurrence sur les espaces alloués.

Accélérer les démarches de réimplantation avant l'accélération du à la prod en vie-série.

Recherche client pour activités annexes, saisir parts de marché.



Logiciel conception visuel

5S outillages et fournitures SAV/Modif

Centralisation des requêtes pointage sur un même sharepoint

Solutions proposées



CONCLUSIONS

Ce stage de fin d'étude fut un défi quotidien. L'entreprise hébergée sur un mastodonte de l'industrie, impose un cadre de travail au sommet de l'industrie en conservant la proximité d'un atelier de production.

Le sens de l'initiative, l'autonomie et la communication étaient nécessaires dans un projet naissant laissé à mes soins et ceux de mon maître de stage. J'ai pu consolider des compétences en management de projet, conduite de changement et négociateur.

Amélioration continue : Audits digitalisés



Aubert & Duval - Dominique MARREC

LE TROADEC Théo, GI

IMSIC



OBJECTIFS

Les audits Kamishibai sont des audits courts que nous utilisons pour contrôler le respect de différents standards dans le but de stabiliser les processus de l'usine et d'apporter une certaine homogénéité entre les services/secteurs. Ma mission principale est de relancer le fonctionnement de ces audits sous forme digitalisée.

Dans ce cadre, mes responsabilités sont de :

- Fournir les outils numériques qui permettent la planification et la réalisation des audits ainsi que l'interface de visualisation des résultats
- Participer à la définition ou à l'adaptation des standards audités
- M'assurer de la bonne appropriation des outils et de la valorisation des résultats



PRINCIPAUX RÉSULTATS



Exemple d'interface smartphone pour la réalisation des audits

- Adaptation des standards existants pour qu'ils s'intègrent correctement dans l'application, que leur format permette de mener des audits facilement compréhensibles et réalisables
- Soutien aux équipes dans la création de nouveaux standards



Exemple de tableau de bord pour l'analyse des résultats

- Accompagnement des utilisateurs dans la prise en main des outils
- Suivi de la valorisation des résultats par les managers pour la mise en place de plans d'actions



CONCLUSIONS

L'utilisation d'outils numériques apporte un gain dans le respect des standards grâce à une meilleure implication des équipes ainsi qu'un fonctionnement simplifié qui favorise la valorisation des résultats. Ce stage me permet d'être au contact des équipes sur le terrain et d'avoir une vue très globale de l'entreprise au travers des audits, tout en ayant un aspect numérique/programmation très intéressant.

Stagiaire Ingénieur de Production



L'Oréal, Usine d'Aulnay-sous-Bois – Aurélie SCHANFELAER

LEGENNE Flore, GI

Echange : CZU (Rep. Tchèque)



OBJECTIFS

Usine de production de parfums L'Oréal (SOPROREAL)

Routines : Suivi quotidien du terrain et des équipes opérationnelles au travers des routines du conditionnement de l'unité de production.

Amélioration continue : Sur les 3 piliers de l'unité de production : **Sécurité / Qualité / Performance.**

Projets : Intégration des nouveaux projets d'industrialisation au sein de l'usine : lancement / intégration produits / intégration de nouvelles lignes de production impliquant également des déplacements de lignes actuellement en place / investissement de nouvelles lignes.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Amélioration continue	Projets				
<p>➤ Installation de transpalettes (Méthode STAR : Situation - Tâches - Actions - Résultats)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Besoin d'une palette au sol devant chaque ligne • Risque Sécurité : lorsque le cariste n'est pas disponible l'opérateur la prend à la main • Mise à disposition de transpalettes hautes levées • Formations opérateurs & re-modélisation de la disposition des palettes • Autonomie des opérateurs & réduction de la charge cariste <p>➤ 5S et Procédures</p> <ul style="list-style-type: none"> • Standardisation de l'unité de production grâce à la méthode 5S. • Mise en place de fiches réflexes pour aider les opérateurs sur des problématiques diverses. 	<p>➤ Production de VRAC</p> <p>Problématique : Produire des échantillons VRAC afin de les grouper dans des coffrets.</p> <p>Résultats :</p> <table border="1"> <tr> <td>Economiques</td> <td>Ecologiques</td> <td>Satisfaction opérateurs</td> <td>Performance KPI</td> </tr> </table> <p>2021 - 5,4 MU échantillons déchetés / 221 cartons défilés / 1,5 M€ facturé aux clients pour déchetés</p> <p>2023 - 1,5 MU échantillons déchetés / 1,2 M€ facturé aux clients pour déchetés / 6T cartons économisés / 0,4 M€ économisés</p> <p>➤ ULTRA Luxe 2023</p> <p>Production de deux éditions Ultra Luxe nécessitant des finitions manuelles</p> <ul style="list-style-type: none"> • Création des Mode Opérateurs détaillant les étapes du conditionnement des parfums • Anticipation des problèmes (création de pièces 3D, formation qualité, embauche) • Management d'une équipe de 6 opérateurs <p>➤ Investissement d'une nouvelle ligne de production</p> <p>Commande du petit matériel d'une ligne échantillon</p>	Economiques	Ecologiques	Satisfaction opérateurs	Performance KPI
Economiques	Ecologiques	Satisfaction opérateurs	Performance KPI		
<p>Opérationnel</p> <p>Participation aux réunions et routines de terrain qui rythment la journée d'un ingénieur de production.</p>					



CONCLUSIONS

➤ Compétences développées :

- Découverte d'une usine et interaction avec les différents services (Production, Fabrication, Planning Court Terme, Logistique, Qualité, Pôle, Flux, Sous-Traitance, EHS, ETN...).
- **Humaines :** Intégration au près de l'équipe de conditionnement (Opérateurs, Animateurs, Techniciens et Ingénieurs de production).
- **Informatiques :** Prise en main de **Power BI** & **Solvace** (outil de suivi L'Oréal)

➤ Compétences mobilisées :

- Management par influence
- Gestion de projet
- Gestion des priorités
- Relationnel
- Autonomie

C1 - Internal use

Responsable disponibilité produit

TOULOUSE
INP Ensiacét

PEPSICO – SOPHIE LESPINASSE

MALADOBRY Elise, GI

CZU (République Tchèque)



OBJECTIFS

Au sein de PepsiCo, j'ai la chance de pouvoir occuper un poste opérationnel à part entière, tout en travaillant en parallèle sur un projet d'amélioration. J'occupe un poste de Product Availability Planner (PAP). Le PAP est en charge de la gestion des flux entre les usines et les entrepôts sur un portefeuille de produits défini.

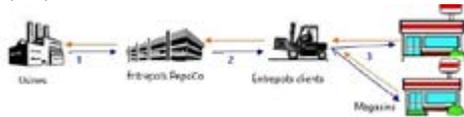
En tant que PAP, nous avons de nombreux interlocuteurs. Nous travaillons en étroite relation avec le service client, la distribution, la planification de la demande et le transport, et avons pour objectifs principaux :

- Piloter et être responsable de son stock,
- Atteindre des objectifs de taux de ruptures (In Full) et d'obsolescences, suivi de KPIs,
- Collaborer en trinôme avec les Supply Planner et les Demand Planner,
- Donner de la visibilité au service client sur les ruptures et les obsolescences,
- Travailler sur les projets de transformation du portefeuille (Rebranding, arrêts, lancements).



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Après 3 mois de stage opérationnel, je vais commencer à travailler sur un projet d'amélioration. Un peu de contexte est nécessaire pour en comprendre les enjeux. PepsiCo a deux types de clients : ceux gérant eux-mêmes leur stock en entrepôt (Clients EDI), et ceux pour lesquels PepsiCo gère le stock des clients dans leurs propres entrepôts (Clients GPA, flux numéro 2 sur le schéma). C'est ce qu'on appelle la gestion partagée des approvisionnements (GPA).



PepsiCo dispose d'informations issues de la GPA, telles que les sorties magasins (flux d'information 3 sur le schéma), mais ces données sont peu utilisées au sein de la supply chain. L'objectif de ce projet est donc de se servir de ces données dans les différents services de la supply chain afin d'améliorer la qualité des prévisions, d'optimiser les stocks dans les entrepôts clients et d'optimiser les flux en entrepôt Pepsi pour les soulager. Ainsi, utiliser ces données permettra d'éviter des ruptures et donc des pertes de marché et des pénalités liées aux ruptures, mais également de maximiser la satisfaction client. Mon rôle dans ce projet sera d'utiliser les informations de la GPA pour améliorer la fonction PAP, et d'aider le Service Clients à améliorer ses process GPA avec l'expertise Planning d'un PAP.



CONCLUSIONS

Ce stage m'a donc permis de faire le lien entre de nombreux cours de génie industriel et le travail en entreprise. En effet, j'ai pu retrouver des éléments des cours de gestion des stocks, de gestion de la demande, de gestion de la production, de gestion de projet, et de transport... Ce stage m'a également permis de comprendre le fonctionnement global de la supply chain et de sa complexité, mais aussi des relations existantes entre chaque métier. En occupant le poste de PAP, j'ai de réelles responsabilités et suis autonome sur le portefeuille qui m'a été confié. Il s'agit d'une excellente expérience en tant que premier poste en supply chain.

CONSULTANTE CTO ADVISORY

TOULOUSE
INP Ensiacét

WAVESTONE – THANUSAN SATHIAKUMAR

MOHARRAMZADEH GOLYANI
Chirine, GI

University of Bremen (Allemagne)



OBJECTIFS

- / Etudier le fonctionnement de la plateforme et proposer des pistes d'amélioration ou nouveaux services
- / Monter en compétence sur le Cloud Public AWS, les méthodologies de construction d'une offre de service et les outils nécessaires à son implémentation
- / Remettre des livrables de conseil type dossier d'architecture
- / Enrichir les fonctionnalités de la plateforme actuelle
- / Résoudre les différents problèmes que la plateforme rencontre actuellement (maintenance)



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Cadrage de stage :

- / Prise en main et présentation du concept de **fédération d'identité** entre Microsoft Azure et AWS
- / Proposition de **deux nouvelles solutions** facilitant le processus :
 - **Etude de marché et de budget** des solutions actuelles et des nouvelles technologies
 - Choix de solutions :
 - **AWS IAM Identity Center**, service faisant office de gestionnaire d'identité, géré par AWS
 - **AWS Control Tower**, service proposant une structure « landing zone » similaire à l'actuelle, gérée de manière autonome par AWS
- / Présentation de l'étude et des solutions à la **communauté Cloud** de l'entreprise

Premier chantier :

- / **Migration de données** stockées vers une base de données AWS RDS
 - **Etude de migration** et choix des solutions à implémenter (choix de la **base de données**, du **schéma de données**, des briques d'architecture à modifier par rapport à l'existant)
 - Réorganisation des différents flux de traitement associés à l'aide des **Power Platforms** et de **Jenkins**



CONCLUSIONS

Ce stage m'a permis de **monter en compétences** autant sur des **aspects techniques**, tels que le Cloud AWS, des sujets de transformation Cloud et DevOps ou encore des pipelines CICD, que sur la **posture de consultant**, la bonne gestion d'un projet pour répondre aux **attentes d'un client dans une approche conseil**.

Il a permis au cabinet d'**enrichir et consolider les ressources internes** sur ces sujets, d'**approfondir son expertise** sur des sujets Cloud, et d'**apporter un début de réponse face à des interrogations et problématiques** soulevées par nos clients.

Alternant Lean Management



SUEZ – Tutrice : Nathalie PUERTA



MORLAS Aubin, GI

GSI / IMSIC / CONTRAT PRO



OBJECTIFS

- Mise en place d'**outils de suivi** : stocks d'EPI, maintenance, prévisionnel de présence du personnel
- **Gestion des données** issues de la collecte de plus de 50 000 bacs d'ordures ménagères et de tri sélectif : fiabilité des remontées, mise en place de KPI, lien avec les équipes
- **Pilotage du projet** de changement de plus de 26 000 étiquettes de changement de consigne de tri : formation des équipes, suivi de la performance, suivi des coûts
- **Mise en place d'un projet** visant à réduire les kilométrages quotidiens des bennes à ordures ménagères avec mise en place d'une collecte à la demande
- **Rédaction d'un rapport annuel** avec mise en forme des données : tonnages par flux, tonnage par colonne pour plus de 150 colonnes, bacs collectés, équipages, bilan financier



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Procédure d'utilisation du matériel

Suivi avancement de l'étiquetage

Suivi humain et financier

Outils de suivi : présence, maintenance, données

Pilotage du projet d'étiquetage



CONCLUSIONS

Intégrer Suez a été pour moi une découverte complète du monde professionnel. J'ai pu balayer un spectre assez large de l'entreprise avec notamment des aspects de management, d'amélioration continue et de gestion de projet. J'ai aussi pu souligner l'importance stratégique qu'à la gestion des données au sein d'une entreprise même si ce n'était pas ma mission initiale.

Stage Ingénieur Gestion de Projet



MI-GSO|PCUBED – Damien BATTUT



PIAU Simon, GI

Chalmers University of Technology (Sweden)



OBJECTIFS

Mes missions se déroulent au sein du programme de transformation d'Airbus (DDMS -Digital Design Manufacturing and Services-) qui vise à co-développer des solutions PMT (Processes, Methods and Tools) pour des avions existants (A350, SA -single aisle-...) et une nouvelle gamme de produits (ZEROe, Eurodrone,...). Nous co-développons ces solutions avec les différentes composantes d'Airbus (Engineering, services, industry, Digital) pour toutes les divisions d'Airbus (ACA -Civil Aviation-, AH -Airbus Helicopters-, ADS -Airbus Defence & Space-).

Mon travail de consultant consiste à aider à la prise de décision en analysant les données, en coordonnant des événements et des réunions et plus généralement en étant un support pour les chefs de projet. A DDMS nous appliquons une méthode de gestion de projet hybride basée sur la méthode SAFe Agile.

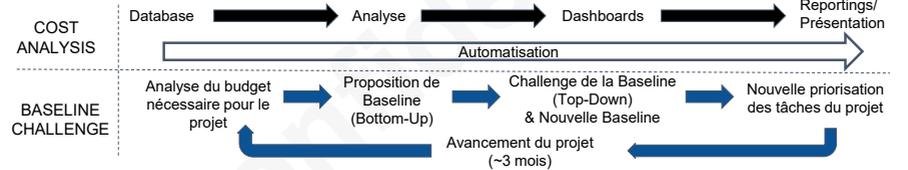
Mon rôle s'oriente autour de 2 axes:

- ➔ Gestion des coûts et planification de la fonction OMI (Fonction industrielle au sein d'Airbus) :
 - Suivi et analyse des coûts (Gap analysis), mise à jour et définition de baseline et reportings associés.
 - Création d'une Roadmap intégrée présentant les principales phases des projets (développement, maturation, déploiement) afin d'avoir une vision alignée entre DDMS et les autres divisions d'Airbus.
- ➔ Support à la mise en place et à l'animation des Communities of Practices (CoP) sur le rôle agile du RTE (Release Train Engineer) :
 - Capitalisation des compétences et connaissances.
 - Partage de bonnes pratiques afin de créer des synergies, d'augmenter la performance et de créer du réseau entre personnes travaillant sur des sujets similaires (Ici les RTE, cf. SAFe -méthode agile, Scaled Agile Framework-).



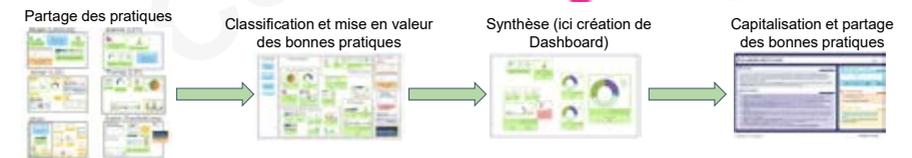
PRINCIPAUX RÉSULTATS

Gestion des coûts:



CoP -Community of practices-

(Environment Agile, SAFe -Scaled Agile Framework- Outils (Klaxoon, Qlik Sense, Olik)):



CONCLUSIONS

Prochaines étapes:

- Lean Management: Standardiser, suivre les fichiers et créer une architecture de management de la documentation.
- Dans un contexte de nouvelle gouvernance (d'un mode SAFe à Hybride). Accompagner la gestion et le déploiement de la gouvernance à DDMS en termes de: Vision & Stratégie; Gestion de portfolio; Implémentation et livraison aux utilisateurs; Interactions avec les autres portfolios.

Retour d'expérience:

- Ce stage m'a permis d'observer, de comprendre et d'analyser la façon de gouverner en utilisant les méthodes agiles, des projets complexes et à grande échelle.
- Travailler dans le conseil me permet d'avoir un point de vue transversal sur la gestion de projet et d'appliquer les compétences théoriques enseignées à l'ENSIACET sur des cas concrets.
- Ces missions m'ont initié aux méthodes et concepts des grandes entreprises.



Adone Conseil – Arnaud MAURER

RAUCH Clément, GI

IMSIC / Génie des systèmes industriels

ADONE
conseil

OBJECTIFS

- Comprendre les enjeux d'une transformation digitale de solutions de bases de données marketing omnicanale.
- Réaliser une fouille de données au sein d'une plateforme de base de données complexe et volumineuse et parcourir son modèle de données.
- Proposer une méthode d'automatisation et d'organisation pour faciliter le remapping de certaines valeurs non mappées dans le système (appelées _NEW car inconnues lors de leur migration),
- Analyser et répondre au besoin des utilisateurs de la plateforme (Jira, Outlook, Teams),
- Participer aux réunions propres à la méthode agile et spécifiques à la mission : Daily, Working session, Sprint retrospective, Brain Camp etc.,
- Proposer une arborescence de l'utilisation de certains scripts (langage Java Script, .NET) dans la plateforme,
- Analyser la donnée à la suite de leur migration des plateformes PLM, SAP vers la plateforme OCP et participer à l'amélioration de la qualité de la donnée.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- Deux scripts en langage Python permettant de transformer les fichiers Excel et permettant ainsi un gain de temps conséquent pour les Business Analysts :
 - Création de deux fichiers d'import compréhensibles et exploitables en l'état par la plateforme.
 - ✓ Gain de temps estimé : 30-45min par fichier et par script;
- Documentation et analyse des scripts utilisés sur la plateforme;
- Résolution de tickets du backlog et réponse en direct aux demandes formulées par le business (proposition de templates d'import en masse par exemple);
- Donnée corrigée après les inits SAP et PLM sur plusieurs milliers de références sur les taxonomies principalement utilisées pour assurer la visibilité pour les systèmes consommateurs (sites internet, applications boutiques...).



CONCLUSIONS

Le stage a permis, entre autres, de découvrir :

- les enjeux d'une transformation digitale au sein d'un grand groupe de luxe à dimension internationale;
- les problématiques liées à la gestion d'une base de données de Big Data PIM&DAM;
- les enjeux organisationnels dans une équipe internationale d'une trentaine de personnes répartie dans toute l'Europe et l'application des bonnes pratiques agiles;
- l'importance des aspects de communication et de conseil dans le secteur du luxe à travers cette mission Adone Conseil chez un grand client du luxe.



AIRBUS – DAVID DELPOUX

SOUFFLET Lyse-Amélie, GI

Echange - Linköping University
(Suède)

AIRBUS



OBJECTIFS

L'objectif du stage est de participer à la **transformation digitale** de Digital Workplace (Digital & Information Management) en contribuant à la **gestion des projets IT** qui l'entourent. Cela se traduit par la coordination de différentes missions de digitalisation avec le client interne - employés Airbus - et les équipes informatiques. Je contribue au changement au sein de la communauté numérique, partage et promeut des connaissances et des meilleures pratiques. Je participe aussi à l'optimisation des performances du business grâce à la mise en œuvre de projets digitaux. J'ai aussi été invitée à identifier et évaluer les opportunités de projets numériques et, formuler et développer des solutions pertinentes. Ce stage a pour objectif de développer l'autonomie, mes **compétences en gestion de projets** et mes **connaissances** en systèmes d'information et informatique. De plus, il me permet d'approfondir mes connaissances sur les **fonctions support** d'une entreprise telles que la finance, les ressources humaines ou encore la stratégie d'entreprise.

Digital Workplace est un des facilitateurs de la **transformation digitale** au sein d'Airbus. Sa mission est d'équiper les employés Airbus avec un **espace de travail** (outils et services) simple, intuitif et facile d'utilisation, afin de, créer, collaborer et établir une amélioration continue de l'expérience de travail et de la productivité, soutenu par une sécurité adaptée.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- **Finance** : Participation et gestion de la création d'un tableau de bord pour aider les départements au sein d'Airbus à réduire leurs coûts. Élaboration du planning et de l'avancement du projet, plus participation à la prise de décision et à la recherche de la meilleure solution et contact des différentes parties prenantes.
- **Activités et Performance équipe** : Harmonisation du drive partagé par l'équipe afin d'avoir un accès plus rapide et plus simple à l'espace de travail. Création d'un module dans un Google Site pour présenter le détail des activités, objectifs, de la vision, mission et des membres de l'équipe aux nouveaux arrivants.
- **Planification de projets** : Participation à la consolidation d'une roadmap pour tout Digital Workplace et suivi de l'avancement des projets principaux en utilisant l'outil Planisware.
- **Portefeuille de produit** : Travail sur la réorganisation au sein de Digital Workplace en prenant en compte le côté ressources humaines mais aussi la finance et le portefeuille de produits proposés à l'entreprise. Mesure des impacts et présentation des avantages et des inconvénients aux product managers. Mise en place d'un plan d'action à l'aide de Diagram pour définir les étapes à réaliser en fonction du contexte.

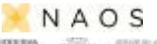


CONCLUSION

Au cours du stage l'objectif est de développer plusieurs compétences. Ici, j'apprends beaucoup sur le domaine de l'**informatique** et des systèmes d'informations. De plus, je peux développer mes compétences en **gestion de projet** sur les différents aspects dénombrés dans mes différentes missions. J'ai aussi eu l'opportunité d'assister à des événements d'entreprise comme le **PI planning** qui m'a permis de mieux appréhender la manière de travailler en méthode Agile et d'en voir une application.

Un aspect important que je peux amplement découvrir en entreprise et qui me servira à l'avenir est le **travail en équipe**. En effet, étant au sein d'une **équipe multidisciplinaire et internationale**, cela me permet d'une part de savoir travailler avec différentes cultures, renforçant l'ouverture que j'ai déjà pu obtenir grâce à ma mobilité et d'autre part de savoir comment répartir les tâches et prendre en compte les avis de chacun, mais aussi renforcer ma prise de décision. J'ai aussi pu développer mes capacités d'**analyse et de synthèse** par l'animation de réunion et la rédaction de documents supports.

Apprentie coordonateur Supply Chain Sous-traitance 

 **NAOS LES LABORATOIRES – Ingrid CHARRIER**

 **SOULA Manon, GI** **EPI / ELENSYS / CONTRAT PRO**

 **OBJECTIFS**

Dans le cadre de mon contrat de professionnalisation en Supply Chain chez NAOS, entreprise de cosmétique pionnière en écobiologie, j'ai fait partie de l'équipe sous-traitance en charge de la gestion des productions réalisées en sous-traitance. J'ai donc eu différentes missions:

- Gestion d'un portefeuille de sous-traitants : gestion de stocks, planification, contact
- Participation à un projet d'Optimisation et Simplification des flux en Sous-traitance
- Création et mise à jour de KPIs et d'un tableau de bord pour la sous-traitance
- Rédaction et modification de procédures

 **PRINCIPAUX RÉSULTATS**

<p> Opérationnel</p> <p>Gestion d'un portefeuille de sous-traitants sur SAP:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Passage des commandes et suivi du carnet de commandes • Réconciliations de stocks • Analyse des manquants 	<p> Procédures</p> <ul style="list-style-type: none"> • Création et mises à jour de procédures en lien avec le service • Mise à jour de la matrice des procédures • Organisation et participation aux réunions de discussion avec les autres services concernés
<p> Projet</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mise en place d'une cartographie des flux actuels pour l'état des lieux • Comparaison flux production usine interne/ sous-traitance • Animation et participation aux ateliers d'état des lieux et de travail sur les flux souhaités • Mise en place d'un logigramme pour les flux souhaités • Préparation et présentation du Kick-Off 	<p> KPIs</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mise en place de KPIs sur Excel puis PowerBI pour le service: <ul style="list-style-type: none"> - Taux de service mensuel + évolution - Dates de mise à disposition en retard - Stocks actif/ stocks obsolètes/ stocks lents - Quantités et Conformités des dossiers de lot reçus • Création d'un tableau de bord pour le service et d'une communication mensuelle aux autres équipes

 **CONCLUSIONS**

Ce contrat de professionnalisation m'a permis de mettre en application mes connaissances en **Supply Chain** et **gestion de projet** acquises en Génie Industriel et de les adapter à des cas concrets. Il m'a aussi permis de maîtriser de nouveaux logiciels comme **SAP** ou **Power BI** et de monter en compétences à la fois sur les plans professionnel et personnel.

Outils utilisés:

AIRBUS - Wide Body A350 Development 

 **Capgemini Engineering – GAVELLE Emma**

 **TAZDAIT Aya, GI** **IMSIC**

 **OBJECTIFS**

The main objectives of my six-month internship at **Capgemini Engineering**, working for **Airbus** within the **BXLNM** scope (**project management Central Team supporting the A350 Wide Body Development Program**) are the following points :

- Daily planning and financial support of Airbus Project Development Teams for the resolution of incidents and inaccuracies
- Performance Analysis of Project Development Teams and Continuous improvement of procedures
- Quality Maintenance of Airbus reporting tools and follow-up of evolutions with Project teams
- Major reference for airbus collaborators on planning and cost activities



 **PRINCIPAUX RÉSULTATS**

- Lead of meetings and daily update of action plans to directly support Project Development Teams on planning and cost activities
- Analysis of auto-generated KPIs or graphs to evaluate performances of project development teams via the Earned Value Management method using **Qlik Sense** tool
- Cost data implementation on Planisware , and sanity check
- Data Visualization of cost activities and Earned Value Management monthly reporting to Airbus
- Construction of a BPMN Diagram modeling, in a chronological order, the steps of cost activities with all the entities involved

 **CONCLUSIONS**

➤ This internship was an opportunity to raise my skills on different scopes in the project management field as it gave me a better understanding of the organizational interface, lead by the **Central Team**, between **Airbus Program Managers**, **Finance Pole** and **Project Development teams**



Design de réseaux de neurones artificiels pour une béquille intelligente



UPV/EHU ViSens – PORTILLO Eva

VAZEUX François-Xavier, GI

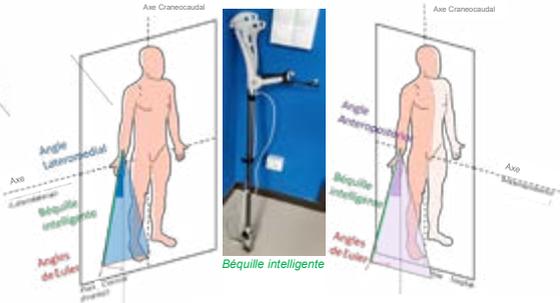
UPV/EHU (Espagne, Bilbao)



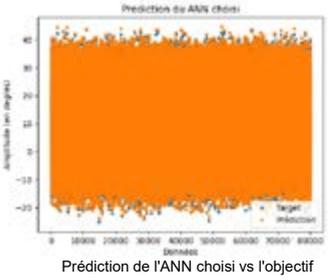
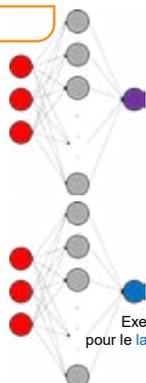
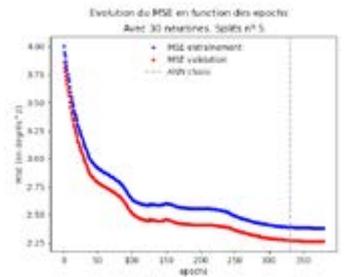
OBJECTIFS

- ✓ Aider les kinésithérapeutes dans le suivi des patients atteints de maladies neurologiques
- ✓ Avec une béquille intelligente qui surveille en permanence leur démarche
- ✓ Pour réduire le coût computationnel et énergétique, les équations sont remplacées par des réseaux de neurones artificiels (ANN)
- ✓ Anté(Euler) Laté(Euler)

Double objectif :
 obtenir un **réseau neuronal artificiel RAPIDE & PRECIS** avec les angles d'**Euler** en entrée et les angles **Latéromédial** et **Antéroposterior** en sortie



PRINCIPAUX RÉSULTATS



Exemples graphiques des ANNs : pour le latéromédial et pour l'antéroposterior



CONCLUSIONS

- Ce stage de recherche m'a permis de :
- ✓ développer des connaissances sur les réseaux neuronaux artificiels de manière théorique et pratique
 - ✓ d'observer de plus près le travail de recherche
 - ✓ mais aussi progresser dans l'expression écrite pour la rédaction de documents

Ce travail a été soutenu par la subvention IT1726-22 financée par le Gouvernement Basque, la subvention PID2020-112667RB-I00 financée par MCIN/AEI/10.13039/501100011033, projet NEUROTRIP financé par le Programme Euskampus Missions Euskampus Foundation, et le don PIBA_2020_1_0008 financé par le Ministère de l'Éducation du Gouvernement Basque.



Amélioration de la productivité d'une ligne de conditionnement de parfums



GUERLAIN – LISE PIQUEMAL

VIDAL Hugo, GI

ETSEIB (Espagne)



OBJECTIFS

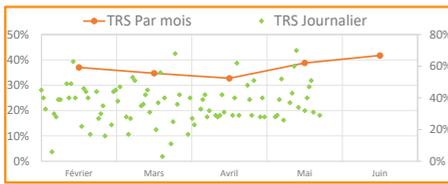
Au sein de l'usine de production de parfums de la maison GUERLAIN, ma mission principale est de faire monter en cadence une ligne de production ainsi qu'accompagner les machinistes et opérateur dans leur montée en compétence sur divers sujets. J'ai aussi pour objectif de mener à bien des missions transverses qui permettent une amélioration globale de l'atelier.

- Pour mener ces missions j'ai eu plusieurs objectifs :
- Réaliser un état des lieux de la situation sur différents sujets de l'atelier.
 - Réaliser des groupes de travail pour trouver de nouveaux problèmes et leurs solutions.
 - Mettre en place les solutions et suivre leur évolution.
 - Aider à la montée en compétence en accompagnant les collaborateurs dans les processus de réflexion et en les impliquant sur des projets divers.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Production :
 Création du PDCA en Mars et actions mises en place à partir du mois d'Avril sur une ligne de production permettant une amélioration nette du TRS de la ligne



- Amélioration continue :**
- 1) Réalisation d'audits de ligne hebdomadaires afin de faire monter en compétence les machinistes et opérateurs sur ligne
 - 2) Sensibilisation au 5S sur ligne et création d'outils de suivi de modification de gamme & amélioration des outils déjà existants
 - 3) Mise en place d'un PDCA pour trouver les causes sources problèmes et les réduire

La valorisation des idées et l'implication des machinistes et opérateurs a permis leur montée en compétence

Les réunions avec tous les corps de métiers du Conditionnement ont permis de créer ce PDCA

L'application de certaines actions du PDCA a permis l'augmentation du TRS de la ligne

États avant problématique	Impact de la cause	Actions à mener	Profil	Service action	Acteur	Date de début	Statut
Température à l'entrée de la ligne plus élevée	à éviter	Surveiller les changements de température de la ligne pendant le conditionnement	Conditionnement	400	12/02/2023	OK	
Manque d'entretien de la ligne	à éviter	Nettoyage régulier de la ligne	Conditionnement	400	12/02/2023	OK	
Manque de vigilance et de précision des de la ligne (Distribution)	à éviter	Réaliser un état des lieux de la situation de la ligne	Conditionnement	400	12/02/2023	OK	
Manque d'entretien de la ligne	à éviter	Nettoyage régulier de la ligne	Conditionnement	400	12/02/2023	OK	
Manque de précision	à éviter	Nettoyage régulier de la ligne	Conditionnement	400	12/02/2023	OK	
Manque de précision	à éviter	Nettoyage régulier de la ligne	Conditionnement	400	12/02/2023	OK	
Manque de précision	à éviter	Nettoyage régulier de la ligne	Conditionnement	400	12/02/2023	OK	
Manque de précision	à éviter	Nettoyage régulier de la ligne	Conditionnement	400	12/02/2023	OK	
Manque de précision	à éviter	Nettoyage régulier de la ligne	Conditionnement	400	12/02/2023	OK	
Manque de précision	à éviter	Nettoyage régulier de la ligne	Conditionnement	400	12/02/2023	OK	



CONCLUSIONS

Grâce à ce stage j'ai pu découvrir de nombreux aspect de la production et du management d'équipe en industrie que je n'ai pas pu découvrir lors de mes expériences précédentes. Aussi, j'ai pu observer l'impact que pouvaient avoir certaines méthodes de réflexion sur l'évolution de la productivité.

ECH

FISE statut étudiant, **FISA** statut apprenti

Echanges

Accomplir une mobilité à l'international ou dans une autre École Française au cours de son cursus à Toulouse INP-ENSIACET est une occasion unique d'enrichir son expérience personnelle au contact de nouvelles cultures ou de nouvelles pratiques pédagogiques.

Par ce biais, l'étudiant démontre sa capacité à s'adapter à toute situation et dans n'importe quel environnement. Il participe aussi à l'élaboration de son programme de formation de manière à le rendre compatible avec son projet professionnel.

Grâce à un réseau de partenaires riche et très diversifié, tous les élèves-ingénieurs de Toulouse INP-ENSIACET ont l'opportunité de passer un semestre ou plus en mobilité. Toulouse INP-ENSIACET accueille également des élèves du réseau INP à travers des parcours de dernières années transverses, mais également des élèves d'autres écoles Française ou étrangères.



Production d'hydrogène par pyrogazéification : comparaison des chaînes procédés

TOULOUSE
INP
EnsiacetENGIE
Lab
CRIGEN

ENGIE – HERVY Maxime

AAD Léa, ECH

Université Saint Joseph (Liban)

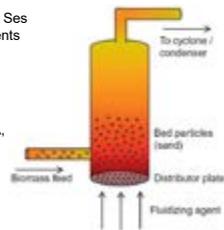


OBJECTIFS

L'hydrogène a toujours été produit à partir de ressources fossiles non renouvelables comme la gazéification du charbon ou le reformage du gaz naturel. L'hydrogène est largement utilisé comme matière première dans l'industrie, seule une fraction de celui-ci est utilisée à des fins énergétiques. Cependant, l'hydrogène est l'un des vecteurs énergétiques les plus propres qui a la capacité de décarboner le secteur de l'énergie puisqu'il peut être produit à partir de sources renouvelables. La pyrogazéification de la biomasse est une technologie très intéressante qui va non seulement produire de l'hydrogène mais aussi aider à la valorisation de la biomasse qui est disponible localement.

Les différents objectifs de mon stage sont les suivants:

- Comparer l'utilisation de différentes technologies pour la production d'hydrogène par pyrogazéification de la biomasse en se focalisant sur le réacteur à lit fluidisé bouillonnant (LFB). Ses avantages et inconvénients seront étudiés. Les performances des technologies LFB avec différents agents oxydants (air, air-vapeur d'eau) seront comparées.
- Modéliser le réacteur (gazéifieur) en se basant sur des résultats expérimentaux obtenus à partir d'essais effectués sur des réacteurs à l'échelle industrielle et semi-industrielle.
- Simuler différentes chaînes procédés complètes jusqu'à la séparation de l'hydrogène (WGS, PSA, séparation membranaire, etc.).
- Réaliser des prédimensionnements d'équipements pour le procédé afin d'évaluer le coût de production de l'hydrogène.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Un modèle du gazéifieur LFB sur Excel sera développé en prenant en compte les principales réactions mises en jeu (modèle équilibre thermodynamique avec loi de pyrolyse), tout en conservant les bilans matières et énergie équilibrés. Ces principales réactions sont les suivantes :



Le modèle Excel permettra d'étudier l'effet des différentes conditions opératoires (agent gazéifiant, température du lit, rapport d'équivalence, rapport vapeur/biomasse (en cas d'utilisation de la vapeur)) sur le rendement et la composition du syngas obtenu.

A partir des résultats du modèle, différentes chaînes procédés seront simulées sur Aspen Plus pour la production d'hydrogène.

Les chaînes procédés les plus pertinentes seront évaluées par une étude technico-économique afin d'évaluer les coûts de production.



CONCLUSIONS

La gazéification de la biomasse lignocellulosique pour produire de l'hydrogène vert est une technologie prometteuse. Filière émergente, les chaînes procédés optimales doivent encore être identifiées et comparées. Sans référence industrielle à grande échelle, l'estimation du coût de production de l'hydrogène par cette filière doit encore être affiné. Ce stage vise à répondre en partie à ces questions clés pour le développement de la filière.

Ma participation à ce projet fut une expérience très enrichissante d'un point de vue professionnel et technique, j'ai ainsi pu appliquer les différentes notions que j'ai acquises pendant mon parcours pour contribuer au projet « Biomass to H2 » qui est un projet ayant comme principal objectif la durabilité.

Gestion des Risques et des Opportunités

TOULOUSE
INP
EnsiacetECP
Project Management
Intelligence

Euro Control Project (ECP) – BOYER Claudien

ABOU RACHED Christophe, ECH

GSI / ISI



OBJECTIFS

- Contribuer à la Gestion des Risques et Opportunités d'un Projet de conception d'une Centrale Nucléaire au Royaume-Uni
- Identifier des nouveaux risques pouvant impacter le budget, la planification, ou la qualité du Projet
- Assister avec le maître d'ouvrage (EDF Energie), aux réunions hebdomadaires suivants l'avancement du Projet
- Analyser d'une manière qualitative et quantitative les risques identifiés
- Gérer les plans d'action mis en place pour atténuer les risques
- Aider avec la stratégie utilisée pour la consommation de la Provision des Risques
- Organiser des séances Brainstorming pour identifier des nouvelles risques affectant le projet



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- Développer des connaissances sur les risques pouvant survenir lors de la conception d'une centrale nucléaire
- Trouver les impacts en termes de temps et d'argent, en fonction de chaque risque
- Définir une stratégie pratique pour la gestion de consommation de provision des risques, tout en organisant des réunions de suivi avec les membres de l'équipe PMO
- Compléter l'analyse quantitative et qualitative des risques pris en compte dans la provision
- Gérer et animer plusieurs sessions de brainstorming de risques avec les personnes du groupe, en vérifiant leur importance, probabilité et impact potentiel
- Développer des connaissances sur la planification des travaux de génie civil et mécanique



CONCLUSIONS

En tant qu'étudiant en master d'ingénierie industrielle et de sécurité, j'ai trouvé cette période de stage très bénéfique et instructive pour ma carrière professionnelle. Ce travail m'a permis de combiner trois des sujets les plus importants de mon master : la Gestion des Risques, la Planification et la gestion des coûts. Grâce à mon maître de stage, j'ai pu maximiser mes connaissances dans ces domaines sur le lieu de travail, et développer une façon de penser que je pourrai appliquer à l'avenir. Le défi de travailler en toute autonomie et d'avoir la responsabilité de gérer les risques d'un projet très important avec EDF, m'a donné la motivation nécessaire pour continuer dans ce domaine en toute confiance.

Stage Ingénieur procédés



ECO-TECH CERAM – Mathilde Algieri

GALANTI Laurie, GP

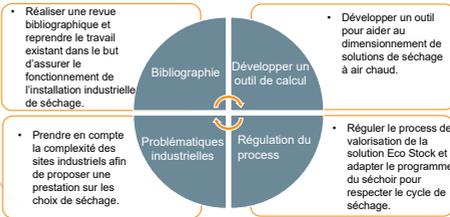
FEP / ECH : ENSGT



OBJECTIFS

L'objectif de ce stage est d'assurer le fonctionnement d'un séchoir à gaz naturel à « iso-pouvoir séchant » et d'optimiser le processus de séchage vis-à-vis d'un séchoir à air chaud.

Mettre en place un outil de calcul pour assurer le fonctionnement de l'installation et le fonctionnement de l'Eco Stock, récupérateur de chaleur fatale, pour fournir l'énergie nécessaire aux séchoirs industriels.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

<p>Transfert de connaissance et modélisation numérique</p> <ul style="list-style-type: none"> Montée en compétence de l'entreprise sur la compréhension des processus de séchage et des technologies de la céramique. Optimisation des paramètres de séchage grâce à la modélisation pour améliorer les performances et réduire la consommation d'énergie. Echanges partenaires : 	<p>PID, campagne de mesures et bureau d'études</p> <ul style="list-style-type: none"> Mise en place d'instrumentations et optimisation des performances de séchage grâce à un contrôle plus précis des paramètres clés de l'air humide. Analyse du diagramme de l'air humide et des différents processus sur les sites. Collecte de données de l'air humide. Synthétisation des connaissances du BE et mise en fonction d'un outil universel pour la valorisation énergétique sur les séchoirs. 	<p>Mise en service d'une installation</p> <ul style="list-style-type: none"> Préparation et mise en service de l'installation industrielle. Tests effectués sur la fonctionnalité de l'outil et évaluation des performances du processus à « iso-pouvoir séchant ». Identification des problèmes et ajustements avant la mise en service totale du processus. 	<p>Programme de séchage et accompagnement client</p> <ul style="list-style-type: none"> Développement d'un programme optimal grâce à l'étude du comportement de séchage et basé sur les paramètres clés (courbes de Bigot, porosité...) pour assurer des résultats de séchage efficace, qui respectent le cahier des charges et consommation minimale. Mise en place d'un service d'analyse des céramiques du client pour valoriser et optimiser au mieux le cycle de séchage.
---	---	--	---



CONCLUSIONS

L'étude bibliographique a souligné la complexité du phénomène de séchage et des transferts qui l'animent, ainsi que l'impact du type de combustible, des conditions de séchage et de l'intégration d'une solution de valorisation de chaleur fatale sur la qualité du produit.

L'outil développé a permis de simuler et de caractériser le séchage en tout point de l'installation et d'évaluer les besoins pour une meilleure maîtrise des ressources énergétiques, indifféremment du processus à alimenter.



Le contrôle des paramètres comme la température, l'humidité relative et des débits de l'air dans les gaines du processus ont permis de réguler et maintenir les conditions de séchage souhaitées pour valoriser et optimiser le séchage tout en respectant le cahier des charges du client.

L'analyse des contraintes et des défis spécifiques liés aux différents sites industriels rencontrés a permis d'adapter l'outil de gestion de l'Eco-Stock et de proposer un service personnalisé d'optimisation du cycle de séchage pour répondre au mieux aux besoins de valorisation de chaleur fatale et de rentabilité pour les industriels.



Développement et mise en place des Systèmes de Management ISO 14001 et ISO 22301



SUEZ EAU France – Jean-Christophe Studer

GLÉNISSON Vincent, ECH

MAMAR / QSE / DHET



OBJECTIFS

Réseau de distribution d'eau potable et d'assainissement du Grand Périgueux (24) :



Périmètre de certification ISO 14001 :

- Mettre à jour les analyses environnementales (AE) et le plan de management environnemental (PME)
- Développement et suivi des plans d'action déclinés à partir de l'audit interne, de la réglementation et de l'AE
- Réaliser des actions de sensibilisation et de terrain pour accompagner la démarche ISO 14001 auprès des équipes

Périmètre de certification ISO 22301 :

- Participer au développement de la documentation nécessaire au corpus normatif ISO 22301
- Participer aux COPIL de mise en place de la norme
- Participer au processus d'audit interne et externe
- Participer à l'exercice de crise



PRINCIPAUX RÉSULTATS

ISO 14001 :

- Mise à jour des analyses environnementales et du plan de management environnemental : description, cotation, aspects significatifs
- Actions de signalisation, de balisage et de prévention des dangers (chimiques, sanitaires, circulation)
- Modification des conditions de stockage de l'hypochlorite de sodium (local différent, achat d'une rétention, affichage)
- Participation à l'audit interne, prise en compte des non-conformités et pistes d'amélioration : développement et suivi de plan d'actions
- Mise en place d'un « 20 minutes » hebdomadaire avec l'équipe de production axé ISO 14001 et exploitation
- Développement d'indicateurs de performance environnementale
- Mise en place d'une gestion clarifiée des déchets : contenants, registre, affichage, organisation de l'espace « déchèterie interne »



ISO 22301 :

- Participation à l'audit interne, prise en compte des non-conformités et pistes d'amélioration



CONCLUSIONS

- Les problématiques de l'entreprise ont de réels enjeux : problématiques sanitaires, environnementales liées à l'eau potable, qui est un bien de consommation vital, primordial et très surveillé par les instances gouvernementales (Police de l'eau, ARS, Préfectures)
- Missions très variées : création et mise à jour de documents, actions de terrain, sensibilisations, développement d'outils de suivi, recherche d'informations réglementaires
- Missions transversales qui m'ont mis en contact avec toutes les fonctions de l'entreprise : direction, personnel d'exploitation, services supports, clients, fournisseurs
- La participation à des audits internes (et bientôt) externes est une expérience très formatrice et enrichissante

Extraction et caractérisation de polyhydroxyalcanoates

TOULOUSE
INP Ensiacét

ENSCR – Jean-Luc AUDIC

COTA Vitor, ECH

Echange : UFVJM (Brésil)



OBJECTIFS

- Extraire du milieu bactérien les polyhydroxyalcanoates (PHA) à partir des méthodes alternatives à l'utilisation des solvants chlorés ;
- Récupérer les PHA bactériens par des méthodes plus respectueuses de l'environnement ;
- **Explorer les solutions « vertes » d'extraction du PHA :**
 - Digestion enzymatique ;
 - Digestion chimique ;
 - Utilisation de solvants verts ;
 - Extraction mécano-chimique.
- **Caractériser les PHA obtenus par :**
 - Analyse Thermogravimétrique (ATG),
 - Chromatographie d'Exclusion Stérique (SEC),
 - Résonance Magnétique Nucléaire (¹H RMN),
 - Analyse enthalpique différentielle (DSC)



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- Pendant ce stage, j'ai développé plusieurs compétences dans le domaine de la chimie et j'ai pu mettre à profit mes connaissances théoriques acquises pendant mes 5 années d'étude ;
- En plus, comme le sujet est une interface entre la chimie et la biologie, j'ai pu me mettre à jour sur les manipulations dans les domaines de la chimie organique et de la biochimie ;
- En tant que stagiaire, j'ai eu l'opportunité de travailler en collaboration avec des partenaires industriels sur un sujet innovant et important dans le contexte mondial de production des plastiques ;
- Comme stagiaire d'une l'École de Chimie (ENSCR), j'ai eu tous les jours le contact avec la recherche et avec des chercheurs dans une équipe de personnes talentueuses et passionnées pour trouver des solutions plus innovantes, efficaces et responsables ;
- Au cours de ce stage, on a obtenu une méthode plus simple de détermination de la teneur du polymère dans les cellules par ATG ;
- On a testé des méthodes d'extraction des PHA plus respectueuses de l'environnement par rapport aux méthodes chlorées utilisées actuellement.



CONCLUSIONS

- Ce stage m'a permis de m'immerger dans le quotidien d'un laboratoire. J'ai développé mes compétences dans le secteur innovant des plastiques produits par fermentation bactérienne. C'est un sujet qui m'intéresse énormément et sur lequel je souhaiterais continuer à travailler dans l'avenir.
- Durant ce stage, j'ai pu développer plusieurs compétences dans le domaine de la chimie comme la réalisation d'un montage d'extraction, d'une digestion enzymatique, l'utilisation de différents équipements de laboratoire etc. J'ai aussi développé mon autonomie en tant que stagiaire/chercheur.
- Le sujet du stage m'a permis d'accroître mes connaissances sur les polymères, sur les bactéries et sur la chimie et la biochimie en général.

PMO - Project Management Officer

TOULOUSE
INP Ensiacét

Umlaut part of Accenture – FESTA Alessio, QUARJOUANE Chakir

RAZMIHAMZEHKHANLOU
FatemeH, GI

GSI/ISI



OBJECTIFS

Umlaut Part of Accenture, est une entreprise mondiale à service complet, interprofessionnelle et end-to-end, qui offre des services de conseil et d'exécution à ses clients dans le monde entier. Umlaut s'assure d'utiliser ses capacités interdisciplinaires pour ajouter de la valeur, de la qualité et de l'attention à ses organisations et à ses produits.

Les objectifs de mon stage, dans le cadre d'une mission sur Qualité et Transformation, sont:

- Participation à l'organisation, au pilotage et au suivi des projets
- L'animation, la coordination des équipes sur le projet et le compte rendu des réunions
- Gestion de projet : Analyse des risques et des opportunités et planification opérationnelle à l'aide des outils de gestion de projet



PRINCIPAUX RÉSULTATS

Participation à l'organisation, au pilotage et au suivi des projets:

- Mise en place et mise-à-jour régulier d'une action tracker avec des livrables définis

L'animation, la coordination des équipes sur le projet et le compte rendu des réunions:

- Rapport et animation de réunions et d'ateliers
- Gestion de la relation des différents WPs

Gestion de projet : Analyse des risques et des opportunités et planification opérationnelle à l'aide des outils de gestion de projet

- Travailler avec des logiciels tels que Zoho et Planisware pour mettre à jour la planification en ce qui concerne le temps et le budget
- Mise à jour du Dashboard des risques et opportunités
- Amélioration du Dashboard pour les KPIs sur FAL A321



CONCLUSIONS

L'objectif principal du stage était de découvrir le milieu industriel et d'acquérir le plus d'expérience possible sur différents sujets que nous avons vus en théorie à l'école. Il y a un aspect humain caché dans le fait de travailler avec des équipes et des clients différents, ce qui rend l'expérience d'autant plus enrichissante.

Simulation Dynamique d'un électrolyseur PEM 200 MWatt



Air Liquide – Jean-François RAUCH



SAKR Ismène, ECH

GPBP / Université Saint Joseph (LIBAN)



OBJECTIFS

Pour décarboniser l'industrie et le transport, l'hydrogène vert produit par électrolyse avec des énergies renouvelables est une solution prometteuse qui est encouragée par l'Europe. Or ces sources d'énergie sont intermittentes, il faut donc s'assurer que la conception permettra un fonctionnement flexible des électrolyseurs pour prendre en compte la disponibilité d'énergie, en maximisant l'efficacité et en minimisant les facteurs de dégradation de l'électrolyseur. L'objectif de ce stage est donc d'étudier et d'améliorer le design et la stratégie de contrôle d'un électrolyseur de 200 MW en Normandie. Les principales missions sont:

- Définir et valider les modèles dynamiques d'une usine complète:
 - En fonctionnement constant,
 - Ramping Up, Ramping Down,
 - Démarrage des équipements (Arrays, Compresseur),
 - En mode dégradé (trip d'un équipement).
- Établir des stratégies de contrôle robustes et optimisées.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

En s'appuyant sur la simulation dynamique réalisée sur Indiss Plus® (CORYS), plusieurs scénarios ont été étudiés. Fig 1 représente la réponse du système après un trip de 5 arrays (6 arrays pour 100 MWatt) et Fig 2 représente le TRIP d'un LP Compresseur (2 comp LP pour 100 MWatt) avec diminution de la charge des cellules de l'électrolyseur.

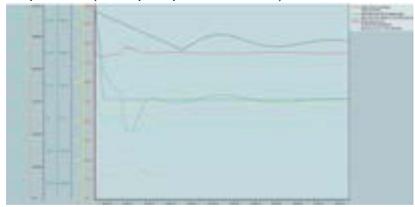


Figure 1: 5 Arrays TRIP

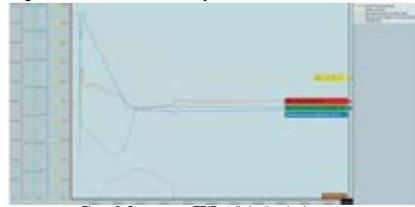


Figure 2: Compresseur TRIP et diminution de charge

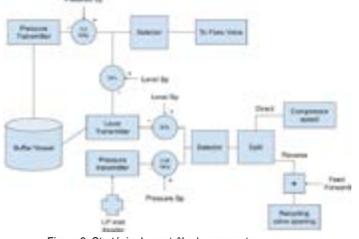


Figure 3: Stratégie de contrôle du gasometer

Un gasometer est prévu entre les électrolyseurs et les trains de compresseurs. Ce réservoir a pour fonction d'atténuer les fluctuations de débits et de pression de l'hydrogène basse pression. Le volume du gaz dans le gasometer (mesuré par un niveau) est stable à 50% en fonctionnement normal. Des contrôleurs de niveau (LIC) sont programmés pour contrôler le niveau lors des fluctuations ainsi que des PIC pour régler la pression. Si le niveau dépasse les 50% le LIC agit sur la vitesse du moteur du compresseur et sur l'ouverture de la vanne de recyclage de chaque compresseur. Et si le niveau dépasse un seuil de 70%, une partie de l'H2 sera envoyée vers la torche. La simulation dynamique nous permet donc d'ajuster le volume du gasometer, préférablement de le réduire et si possible de l'enlever complètement, ce qui aurait un effet positif sur le CAPEX (et sur le plot plan) de ce projet.



CONCLUSIONS

L'hydrogène vert est au cœur de la transition énergétique et la décarbonisation de l'industrie et du transport. Participer à un tel projet challenging m'a beaucoup appris au niveau technique et professionnel. Je suis fier de faire partie de cette initiative et de pouvoir apporter ma contribution à la préservation de notre planète pour les générations futures. Enfin, le travail en équipe dans une entreprise multinationale comme Air Liquide fut une expérience très agréable et épanouissante.

La gazéification hydrothermale sur les infrastructures du SIAAP



GRDF – Etienne PHILIPPE



SAMAHA Adriano, ECH

Université Saint Joseph (Liban)



OBJECTIFS

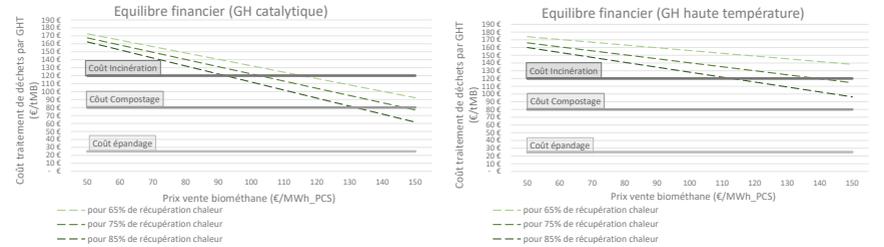
L'objectif de GRDF est d'agir pour donner au plus grand nombre le choix d'une énergie d'avenir, performante, renouvelable, sûre et abordable au cœur de la vie des territoires, d'où l'intérêt porté à la gazéification hydrothermale (GH). Les objectifs du stages sont:

- Réaliser une analyse technico-économique sur les techniques de GH (catalytique et Haute température).
- Analyser les infrastructures du SIAAP, leurs besoins, leurs couts de traitement des boues et la pertinence de l'ajout d'un module de gazéification hydrothermale.
- Proposer la technologie de gazéification la plus adéquate dans la station jugée comme la plus adéquate.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

En s'appuyant sur des études et essais expérimentaux réalisés par des entreprises travaillant sur la gazéification hydrothermale, et en posant quelques hypothèses et en faisant varier certains paramètres (comme le prix de vente du biométhane ou la taux de récupération de chaleur) les modèles technico-économiques ont pu être réalisés et donné des premières estimations pour des installations de GH en comparaison avec les technologies actuellement utilisés pour traiter les intrants.



La première analyse des stations SIAAP pour effectuer un premier tri est en cours de réalisation.

Caractéristiques	Critères GHT	SEM	SEV	MAV	SEC	SAV	SEG
Tonnage de boues	>4800tMS/an	1400 tMS/an	32 300 tMS/an	7 200 tMS/an	22 600 tMS/an	38 800 tMS/an	10 800 tMS/an
Siccité	20%MS	18-20%	22-25%	25-28%	25-30%	13-15%	25-30%
Emprise au sol	500 m ²	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Systèmes existants							
Digestion anaérobie		X	50%	X	X	100%	100%
Traitement des boues		X	✓	✓	✓	X	X



CONCLUSIONS

Le travail en autonomie sur cette nouvelle technologie de production de biogaz et de recyclage de matières inorganiques valorisables m'a beaucoup apporté, que se soit de la satisfaction et de la fierté sur le plan personnel, et une première expérience positive dans le domaine de l'énergie sur le plan professionnel. Les conclusions techniques seront présentées dans le rapport.

Support Project Management Officer (PMO)



SETEC EOCEN– Julien JUENOT

SHUAIB Najib Kazaure, ECH

GSI / ISI



OBJECTIFS

Dans le cadre de mon stage, j'ai travaillé chez SETEC EOCEN, une excellente société de gestion de projets qui compte un large éventail de clients tels qu'Airbus.

- Mise en œuvre des acquis de l'apprentissage en conditions réelles.
- Participer à la gestion des coûts et du budget du Airbus ZEROe Pre-Programme
- Analyser la gestion de la valeur acquise EVM du budget
- Apprendre et contribuer à la planification et à la mise à jour des jalons.
- Découverte de l'impact de l'environnement social, organisationnel, technique sur les concepts développés en cours.



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- J'ai pris en charge, avec succès, la gestion de cout pendant l'absence de mon responsable pendant un mois.
- Création d'un outil pour suivre les critères de modification du budget.
- Prendre part activement au suivi du budget
- Faciliter les activités en créant des méthodes nouvelles et plus faciles de saisie des données
- Participation active au suivi des étapes et à la création d'interdépendances, en faisant souvent des réunions indépendantes avec les responsables d'approvisionnement.
- Mettre en œuvre avec succès l'utilisation de l'outil Planisware pour la gestion des coûts et de la planification simultanément.



CONCLUSIONS

Sortir de l'environnement scolaire m'a montré à quel point la gestion de projet peut être diversifiée et complexe. Bien qu'ancré dans ce que j'ai appris à l'école, le stage élargit et continue d'élargir ma compréhension de bien des façons. En apprenant comment les travaux sont divisés en spécialités et en voyant comment celles-ci s'assemblent pour former l'ensemble du programme, je m'aperçois que je me perfectionne chaque jour en tant que futur ingénieur de projet.

Evaluation de l'intégrité de sécurité d'un système instrumenté de sécurité en lien avec la norme IEC 61511



ASSYSTEM – CYRILLE SALATKO

TANGOU YAMGA Jodèle, MOST

GSI/ISI



OBJECTIFS

Apporter les réponses à la problématique de surveillance de l'intégrité de sécurité de système de sécurité dans le temps



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- Développement du safety status: approche ayant pour but de recenser, évaluer puis monitorer un ensemble des informations qui permettent de mesurer l'intégrité des systèmes instrumentés de sécurité dans le temps.
- Développement d'une grille d'audit et d'une note de synthèse d'audit.
- Application à l'installation MEDICIS du CERN.



CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

- Perspective d'évolution de l'outil safety status en application pour la mesure de l'intégrité de sécurité de système instrumenté de sécurité.
- Point d'ouverture avec le Global Safety Map (GSM).
- Point d'ouverture avec la résilience des utilités critiques (systèmes impliqués dans une infrastructure).

ESTIMATION DES COÛTS PROJETS

TOULOUSE
INP Ensiacét

ORANO – Mathieu MARIN

TONGA Claudio Paterson, ECH

GSI/ ISI



OBJECTIFS

L'objectif principal est de mettre à profit les connaissances acquises durant la formation ISI de l'ENSIACET, dans un environnement technique complexe (Ingénierie Nucléaire). En interne, et avec pour prérequis la formation d'ingénieur reçue, il nous a été fixées les missions suivantes :

- ❖ Analyser les données issues des appels d'offre du Centre opérationnel (CO) Mines depuis 1990 à aujourd'hui, les capitaliser afin d'établir une base de données « retour d'expérience » (REX) => **support au développement du Business avec de nouvelles entités du groupe**
- ❖ Améliorer la robustesse et rendre plus performantes les estimations des projets miniers, des projets dans l'existant et de l'OPEX (coût d'exploitation) => **Développement commercial avec des clients internes et externes**
- ❖ Concevoir/Améliorer quelques outils d'estimation => **Performance : Capitalisation du REX, standardisation des pratiques multisites, gain de temps sur les estimations**
- ❖ Participer à l'estimation des projets en cours et aux offres => **Montée en compétence**



PRINCIPAUX RÉSULTATS

- ❖ Conception d'un outil « retour d'expérience » à accès facile des principaux équipements du CO Mines => **Utilisé pour 2 projets avec de nouveaux clients : développement commercial.**
- ❖ Conception d'un outil qui prend en entrée le volume de l'échafaudage, la durée du projet et quelques détails auxquels il faut juste sélectionner dans une liste déroulante ; et en sortie renvoie le coût estimé actualisé de l'échafaudage => **Standardisation multisites.**
- ❖ Production d'une note de vulgarisation sur les contraintes à prendre en compte, dans le cadre d'une estimation de projet à réaliser « à l'intérieur d'une installation nucléaire existante » (les principaux inducteurs de coût) => **Standardisation multisites, amélioration de la montée en compétences des collaborateurs, support aux démarches d'optimisation de coûts.**
- ❖ Production d'une note de vulgarisation permettant la compréhension du métier génie civil (GC), et des principaux inducteurs de coût pour le chiffrage des projets de ce métier. Amélioration de l'outil d'estimation GC existant. => **Standardisation, Montée en compétence, support aux démarches d'optimisation de coûts.**
- ❖ Participation au chiffrage des coûts des projets en cours à ORANO PROJET => **Montée en compétence**



CONCLUSIONS

À mi-parcours du stage, nous avons apporté de part ces résultats, une plus-value au service Estimation d'ORANO PROJET. Ces résultats s'inscrivent dans une action de sécurisation de la trajectoire financière du groupe, et une recherche d'amélioration de la performance du service Estimation. La visée étant de **réduire les dérives potentielles de coûts, et de rendre robustes les estimations de nouveaux périmètres ; pour supporter le développement commercial de l'entreprise.**



Naldeo

Un acteur engagé **AU CŒUR DE LA TRANSITION**
écologique, énergétique, hydrique et digitale

Toulouse INP-ENSIACET
4 allée Emile Monso - CS 44362
31030 Toulouse Cedex 4
+ 33 (0)5 34 32 33 00

TOULOUSE
INP Ensiacet

L'école de la transformation
de la matière et de l'énergie

www.ensiacet.fr

Naldeo
GROUP

Parrain de la promotion
www.naldeo.com