

RAPPORT D'ACTIVITÉ 2014 MINES DOUAI



1 Editorial

3 Faits marquants

4 Formation

8 Recherche et transfert de technologie

10 Incubateur technologique APU

12 Direction de la Communication et des Relations Entreprises

15 Développement Durable

17 Présentation générale

18 Moyens humains et financiers

20 Organigramme

30 Recherche et transfert technologique

36 Création d'entreprises

39 Activités des départements

41 Energétique Industrielle

55 Génie Civil & Environnemental

63 Informatique et Automatique

91 Technologie des Polymères et Composites & Ingénierie Mécanique



Editorial

Innovation, international, insertion professionnelle, développement durable : une belle année 2014 pour Mines Douai !

Mines Douai concrétise des avancées significatives en matière de notoriété et de visibilité en 2014/2015.

Ainsi, dans le dernier palmarès des écoles d'ingénieurs, l'Usine Nouvelle classe Mines Douai à la 28ème position des 118 écoles classées et la 3ème école des Mines du classement.

Comme à son habitude, l'Ecole présente d'excellents scores sur l'insertion des diplômés et à l'international.

Développement Durable : une école exemplaire

Nous avons été très honorés que Najat Vallaud-Belkacem, Ministre de l'Education Nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, remette à Mines Douai le prix « Engagement durable » des Trophées des Campus responsables. Les Trophées des Campus responsables sont la première édition francophone des Green Gown Awards. Cet événement international existe depuis 10 ans au Royaume-Uni, et 5 ans en Australie et Nouvelle-Zélande. L'édition francophone a récompensé 4 campus aux actions remarquables en matière de développement durable et de RSE. Ces Trophées étaient ouverts aux universités et grandes écoles aussi bien françaises, que belges, suisses et luxembourgeoises.

Mines Douai a été récompensée pour son engagement quotidien en faveur du développement durable depuis plus de 5 ans, avec des résultats significatifs chiffrés.

International : Mines Douai dans le top 10

Dans le dernier classement des écoles d'ingénieurs établi par le magazine l'Etudiant, Mines Douai se distingue sur son ouverture à l'international : avec 12 points sur les 15 possibles, l'Ecole se place dans le top 10 du palmarès. Parmi les critères d'évaluation, Mines Douai obtient la note maximale pour le pourcentage d'étudiants étrangers, la durée minimale à l'étranger sur le cursus et sur le niveau d'anglais exigé.

Innovation

Mines Douai figure au palmarès des écoles d'ingénieurs les plus innovantes dans la dernière enquête du Magazine Industrie et Technologies de juin 2014.

A titre d'illustration, mercredi 2 avril 2014, Mines Douai a signé l'acte fondateur d'une chaire de recherche avec 6 acteurs industriels et 7 partenaires publics dont le Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie.

Baptisée « ECOSED » pour ECOnomie circulaire des SEDiments, cette chaire, dont la thématique est unique en France à ce jour, vise à créer une dynamique scientifique, technologique et partenariale autour de la gestion des sédiments portuaires et fluviaux en vue de les recycler en technique routière ou en produits en béton.

Une des originalités de cette chaire sera la pluridisciplinarité des recherches menées alliant les aspects matériaux et environnementaux (mécanique, physique, chimie...) mais aussi la santé (écotoxicologie) et la prise en compte des composantes socio-économiques (économie, géographie, sociologie, droit).

Mines Douai : une offre diversifiée et un diplôme convoité

Nous avons été très heureux d'accueillir à Douai, vendredi 26 septembre 2014, 292 étudiants qui ont reçu leur diplôme des mains de Christian STREIFF, actuellement Vice-Président de SAFRAN et ancien directeur général de Saint Gobain, EADS et PSA. Il s'agissait de la première remise des diplômes commune avec inGHenia (ex-IPHC), établissement de la CCI Grand Hainaut basé à Valenciennes. Mines Douai délivre en effet le diplôme de cette formation d'ingénieurs, spécialité productive, qui se déroule sur 3 ans en alternance école/entreprise et en apprentissage.

Cette dynamique démontre l'engagement de l'ensemble des personnels et des élèves de Mines Douai que je souhaite remercier ici.

Je vous invite à parcourir les pages qui suivent en espérant qu'elles suscitent en vous l'envie de nous connaître davantage.

Daniel BOULNOIS
Directeur de l'Ecole

Chiffres-clés

- **1000 étudiants** en 2014 dont 27 % d'étudiants étrangers
- **272 permanents**
- **104 enseignants-chercheurs** (dont 73 docteurs, dont 31 HDR)
- **81 doctorants, 22 post-docs**
- **35,5 M€** de budget consolidé
- **289** publications et communications en 2014, dont 94 dans des revues avec comité de lecture et 11 participations à ouvrage
- **6,6 M€** de contrats de recherche, transfert de technologie et services à l'entreprise en 2014
- **43** projets de création d'entreprises innovantes incubés en 2014, 3 sociétés créées en 2014
- **Taux de placement** des étudiants avant la fin de la scolarité : **65 %**, moins de 6 mois après le diplôme : **87,4 %**
- Salaire moyen du premier emploi : **40,5 k€** (bruts annuels avec primes)

FAITS MARQUANTS

Formation	4
Recherche et transfert de technologie	8
Incubateur Technologique APUI	10
Direction de la Communication et des Relations Entreprises	12
Développement Durable	15





FORMATION

Recrutement des élèves

A la rentrée 2014, Mines Douai a obtenu l'accord de la CTI pour que le diplôme d'ingénieur de l'Institut Supérieur de Plasturgie d'Alençon (ISPA) devienne un diplôme Mines Douai en partenariat avec l'ISPA. La promotion admise à la rentrée compte 44 élèves sous statut d'apprenti.

L'année 2014 a une nouvelle fois été marquée par une popularité accrue du Concours Commun des Écoles des Mines qui s'impose désormais comme l'un des concours majeurs pour les classes préparatoires scientifiques, avec près de 15000 inscrits en 2014.

156 élèves issus de ce concours ont choisi d'intégrer Mines Douai en première année de formation initiale, auxquels s'ajoutent 14 EIIIM (fonctionnaires) issus du concours TPE (nombre de places fixé par arrêté ministériel, contre 5 en 2013). L'intégration à Mines Douai a été un bon cru ; la grande majorité des entrants ayant choisi Mines Douai comme le meilleur choix parmi les écoles des Mines. Toujours en 1^{ère} année, 8 étudiants issus de DUT ou de licence ont intégré par le biais d'une admission sur titres.

Au niveau des admissions sur titres en 2^{ème} année, 28 élèves ont été admis cette année dont 4 M1 admis en France, 23 chinois et 1 camerounais.

La formation continue diplômante à distance (FCDD) est désormais assurée seule par Mines Douai après le retrait en 2013 de Mines Alès. Le nombre d'élèves de la promotion douaisienne est en baisse cette année avec seulement 6 élèves (10 en 2013).

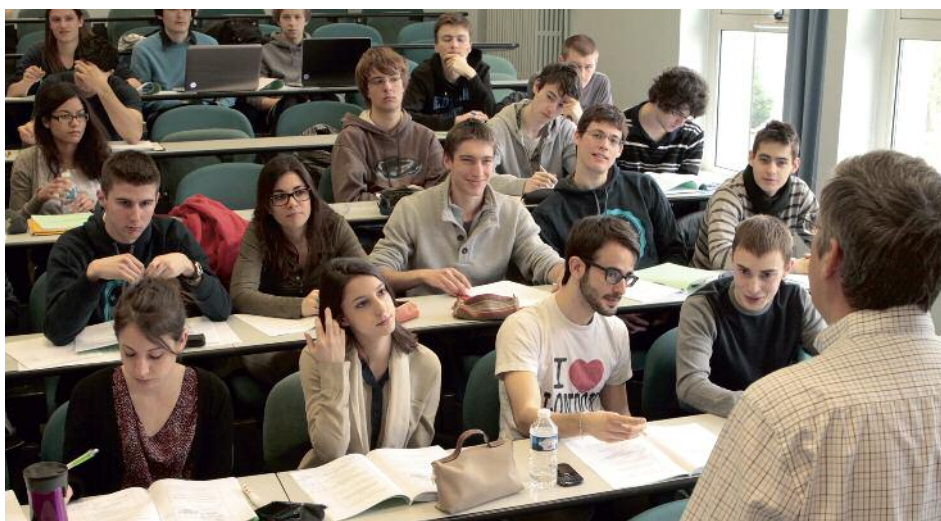
Relations internationales

Suite à sa demande de renouvellement de Charte Erasmus+, l'école a reçu l'approbation de la Commission Européenne pour la période 2014-2020. Ce programme permet à l'École, entre autres de proposer la mobilité étudiante, enseignante et administrative au sein de l'Union Européenne et au sein des pays tiers associés. Un agent du Service des Stages et Cultures Internationales (SSCI) a d'ores et déjà bénéficié du dispositif mobilité administrative (séjour d'un mois en Ecosse au sein de l'université West of Scotland).

En 2014, le Service Stages et Cultures Internationales a participé et effectué plusieurs missions de prospection :

- En Chine (Hohai University), recrutement de 7 étudiants de niveau Master pour la préparation d'un double diplôme. L'école a également participé aux recrutements IMT sur les sites de Pékin et Shanghai.

Outre sa participation active au comité de domaine international de l'IMT, Mines Douai a été retenue pour assurer le pilotage du groupe de travail « Inde » ainsi que le copilotage du groupe de travail « Brésil ».



- Mines Douai a accueilli en 2014 des délégations de l'université West of Scotland, de Bauhaus Weimar Universität (double diplôme labellisé UFA dans le domaine du Génie Civil) et de l'Université Catholique du Nord (Chili).

1000 m² dédiés à la culture internationale

Une « Maison des Langues » a été aménagée sur le site Bourseul. Ce nouvel espace de plus de 1000m², entièrement dédié à la préparation culturelle et linguistique des élèves, constitue un véritable lieu de brassage interculturel. Il est par ailleurs le théâtre d'événements culturels, et a ainsi accueilli en novembre 2014, une table ronde consacrée à l'exposition et l'expérience internationales des élèves ingénieurs, organisée dans le cadre de l'International Week de l'université de Lille.

Enfin, les efforts entrepris font apparaître Mines Douai dans le top 10 des écoles d'ingénieurs les plus ouvertes à l'international (« l'Etudiant », palmarès des écoles d'ingénieurs 2015).

Effectifs

Mobilité entrante

- Les recrutements effectués fin 2014 devraient permettre d'accueillir à la rentrée 2015, 16 étudiants chinois (dont 12 en double diplôme), 2 à 5 brésiliens, 2 à 4 vietnamiens en double diplôme. D'autres recrutements prévus en 2015 compléteront nos effectifs en vue d'atteindre l'objectif de 25 % d'étudiants internationaux en 2016.

Mobilité sortante

Les actions menées par l'école au niveau international se traduisent par un engouement croissant de nos élèves pour les études à l'étranger. Ainsi 86 élèves effectuent leur dernière année à l'étranger en 2014-2015 (dont 34 en second ou double diplôme), 14 élèves ont entrepris un séjour académique à l'étranger au cours du premier ou second semestre du master 1.

Notre participation au dispositif du Conseil Régional « Bourses Blériot » a permis



d'obtenir 15 bourses (17 en 2013) pour la réalisation de stages et de séjours académiques. L'école a également obtenu le financement de 24 bourses Erasmus (25 en 2013) pour la réalisation de stages en Europe.

Formations professionnelles

- En 2014 les formations professionnelles qualifiantes de techniciens et de cadres d'entreprises et des Ministères en charge de l'Industrie et de l'Environnement ont représenté près de 30000 heures-stagiaire.

- Nos Formations Continues Diplômantes, présentielle et à distance, ont permis à 24 techniciens supérieurs d'accéder au diplôme d'ingénieur généraliste.

- L'école a accueilli la huitième promotion d'agents EDF dans un cursus de professionnalisation aux Equipements Sous Pression (ESP) mis en place à la demande de l'entreprise. Cette formation en alternance se déroule sur une période de 12 semaines de présence à l'école entrecoupées de périodes dans l'entreprise.

Action sociale

- L'école participe au projet « parcours de réussite en études longues pour les jeunes issus de familles modestes » soutenu par le Conseil Régional.

Depuis la rentrée 2007, des élèves de l'école encadrent des élèves de BTS, en vue de favoriser leur réussite au BTS et leur préparation à l'entrée en écoles d'ingénieurs.

En 2014, 7 élèves-ingénieurs ont tutoré 9 élèves des BTS du lycée Edmond Labbé Douai et du lycée agricole de Wagnonville ainsi que 4 élèves du lycée Paul Duez de Cambrai.

- L'école est désormais partenaire du projet « une Grande Ecole Pourquoi Pas Moi » initié par l'ESSEC. Des élèves de l'école apportent leurs conseils à des lycéens et développent des actions favorisant leur ouverture culturelle en vue, là encore, d'augmenter leurs chances de poursuite d'études dans le supérieur.

En 2014, 54 élèves répartis équitablement sur 5 lycées de Douai, (Albert Châtelet, Jean-Baptiste Corot, Edmond Labbé, l'Internat d'Excellence et Arthur Rimbaud) ont participé au programme.

Pédagogie

- Suite aux bilans réalisés avec les enseignants et les élèves, les cours d'harmonisation réalisés en 2012-2013 ont été remplacés en 2013-2014 par des cours de soutien en RDM, Automatique et Mathématiques.



- L'offre de cours électifs scientifiques (CES) a été enrichie : 24 cours ont été proposés sur 3 vagues aux étudiants en 2013-2014.

- Suite à la demande d'ajustement des étudiants portant sur les enseignements d'informatique dispensés à l'école, des réflexions au sein de l'UE 4 ont permis de mettre en place des évolutions en algorithmique et en SGBD (système de gestion de base de données) où le cours a été entièrement revu.

- Une nouvelle méthode pédagogique (Agile) a été introduite en 2013-2014 au sein du cours de SGBD de première année. Il s'agit d'une méthode active, bien structurée, qui favorise la motivation et l'implication des étudiants (voir point de l'unité IMAGINE du CRND).

- Des cours en ligne ont été mis en place, dès septembre 2014, au sein des enseignements de tronc commun de la première année de formation continue diplômante. L'objectif est de favoriser l'implication des étudiants, renforcer l'assimilation des connaissances tout en introduisant de la souplesse dans les emplois du temps.

Placement des diplômés

Le taux net de placement de nos diplômés en 2013 est de 87,4 % 6 mois après la sortie de l'école, 65,1 % d'entre eux ayant trouvé leur emploi avant l'obtention du diplôme.

Les salaires d'embauche sont d'un montant brut annuel moyen de 40 Keuros (France et étranger).

Le Centre de Ressources Numériques et Documentaires (CRND)

Cette unité a entamé en 2014 un travail de recensement des archives historiques de l'école ainsi que des recherches externes dans des archives départementales et nationales. Ce travail se réalise en collaboration étroite avec le comité éditorial du projet de livre historique de l'Ecole piloté par M. Gustave Defrance.

L'unité IMAGINE du CRND – cellule d'appui TICE

Au cours de l'année 2014, IMAGINE a poursuivi la mise en place d'outils pour les étudiants et le personnel de l'école, et l'intégration d'innovations pédagogiques avec les enseignants.

La rentrée 2014 a été marquée par la mise en place d'une nouvelle approche intégrant les concepts agiles pour le cours de SGBD auprès des F11A, les A.L.P.E.S. (Approches Agiles Pour l'Enseignement Supérieur). L'école s'illustre ainsi en proposant dans son cursus une modalité innovante appréciée des entreprises. Cette approche a été réutilisée au sein d'un nouveau cours de programmation et robotique avec les LEGO Mindstorm EV3.



Un nouveau cas des ECSPER a vu le jour, traitant de la gestion de projet, baptisé « objectif satellite ». Ce cas est utilisé dans le cours de gestion de projet de l'option productique et a été développé avec de nombreux partenaires dont l'UTC, l'Université d'Angers, Mines ParisTech et Mines Douai dans le cadre d'un appel à projet UNISCIEL et co-financé par UNIT.

La cellule a été à l'initiative et a participé au pilotage de l'action de l'Institut Mines-Telecom MEDIANE 2015, une école d'hiver en pédagogie pour les enseignants chercheurs des écoles de l'institut.

Un nouveau logiciel pour gérer la scolarité

Un nouveau logiciel sur la gestion de la scolarité et la planification est utilisé depuis la rentrée 2014. La reprise de données des anciens systèmes, devenus obsolètes, et la personnalisation du nouveau logiciel aux spécificités de notre école, s'est faite sur l'année scolaire 2013-2014. Un début de mise en production a été fait dès juin ce qui a permis de dématérialiser une partie des dossiers d'inscription des nouveaux élèves.

A la rentrée de septembre, tous les élèves ont pu visualiser leur emploi du temps personnalisé de tronc commun en temps réel. Après quelques réglages suite à cette

mise en route, le système s'est stabilisé et a donné toute satisfaction.

Au cours de l'année scolaire les emplois du temps de majeures viendront compléter ceux de tronc commun, le temps que les responsables pédagogiques et leurs équipes apprennent à se servir du logiciel.

Pour la rentrée 2015, l'ensemble du système devrait être opérationnel pour la dématérialisation des dossiers d'inscriptions de tous les élèves, ainsi que pour la visualisation de l'ensemble des emplois du temps (tronc commun, option, filières, ...). D'autres développements sont d'ores et déjà prévus, dont la gestion du suivi des stages.





RECHERCHE ET TRANSFERT DE TECHNOLOGIE

Au 1^{er} janvier 2015, ce sont 261 personnes (permanents, post-docs et doctorants) qui participent aux activités de recherche et transfert de technologie.

Une dynamique inscrite dans les résultats

En 2014, les travaux de recherche conduits à Mines Douai ont donné lieu à 94 articles dans des revues avec comité de lecture et 8 participations à ouvrage (pour 98 articles en 2013).

En 2014, l'activité de recherche partenariale de Mines Douai, reconnue depuis 2006 par le label Carnot, a présenté une hausse par rapport à 2013. Le label Carnot a quant à lui été reconduit pour 5 ans en 2011. Les résultats contractuels en recherche et transfert de technologie se sont ainsi élevés à 6.6 M€ HT (pour 5.6 M€ en 2013).

Un nouveau projet labellisé par les pôles de compétitivité et le FUI (Fonds Unique Interministériel) a démarré en 2014, portant le total à 15. 6 projets européens FP7 ainsi que 3 projets Interreg sont en cours. 3 actions nouvelles ont également été lancées sur l'abondement Carnot.

Montée en régime de l'ITE IFMAS (Institut Français des Matériaux AgroSourcés)

Depuis 2010 Mines Douai s'est fortement impliquée dans le montage scientifique et juridique de l'IFMAS¹, dont elle est le deuxième partenaire public. L'accord de la Commission européenne en mars 2014 sur l'aide attribuée à l'IFMAS, a permis le déblocage des fonds contractualisés avec l'ANR fin 2013 et le lancement en « vraie grandeur » des projets de recherche réalisés par l'IFMAS avec ses Associés. 9 enseignants-chercheurs et techniciens de Mines Douai ont été mis à disposition à temps partiel de l'IFMAS, 6 doctorants ou post-doc recrutés par l'IFMAS étant accueillis dans notre département TPCIM, dont la plate-forme de plasturgie va être complétée par plus de 650 k€ d'équipements commandés par l'IFMAS. Enfin, Mines Douai a accueilli en juin le premier séminaire de R&D organisé par l'IFMAS.

Concernant la Société d'Accélération du Transfert de Technologies (SATT) NORD², la convention liant la SATT à Mines Douai a été signée fin 2014, en concertation avec ARMINES.

1 - Roquette, Mader, Florimond Desprez et Pôle MATIKEM ; Université de Lille 1, Mines Douai, CNRS, INRA, ENSCL, Université d'Artois

2 - Dont les actionnaires sont le PRES Université Lille Nord de France (PRES ULNF) agissant au nom et pour le compte de ses membres fondateurs dont l'Ecole, l'Université de Picardie Jules Verne (UPJV), l'Université de Reims Champagne-Ardenne (URCA), le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) et la Caisse des Dépôts et Consignations (CDC)



Une évaluation très positive de l'AERES

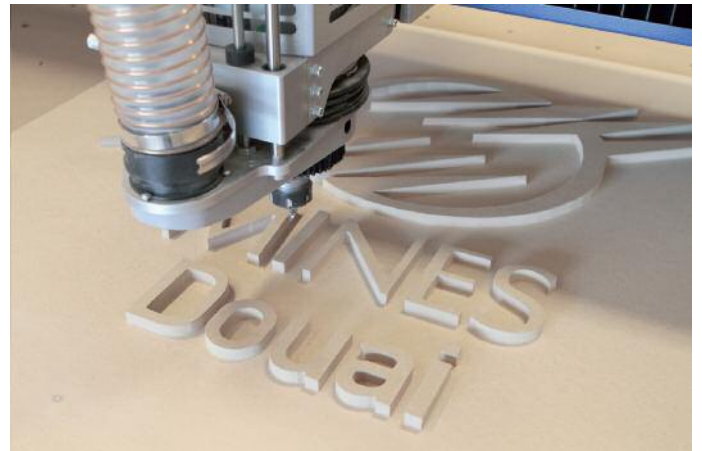
Fin 2013, les Unités de Recherche de Mines Douai avaient fait l'objet d'une évaluation par l'AERES. L'Ecole avait soumis 4 Unités de Recherche (UR) internes :

- UR IA (Département Informatique Automatique hors centre de ressources en ingénierie et développement).
- UR EI (Département EI).
- UR SAGE (Département SAGE).
- UR TPCIM (Département TPCIM).

Le département GCE avait été évalué par l'AERES au travers de l'UR LGCgE (Laboratoire Génie Civil et géo-Environnement), UR mixte à 4 établissements (Université Artois, Université Lille 1, Université Catholique de Lille et Mines Douai).

Les audits s'étaient déroulés en octobre-novembre 2013. Les rapports d'évaluation sont parus courant 2014, sur le site du HCERES (Haut Conseil à l'Evaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur qui a succédé à l'AERES).

Les appréciations portées par l'AERES sont positives et très encourageantes, confortant Mines Douai dans sa stratégie et son ambition de développer des activités de recherche conciliant un haut niveau scientifique, une réponse aux besoins du monde socio-économique et une interaction positive avec les missions d'enseignement. L'AERES a noté la progression sensible de la production scientifique de Mines Douai entre 2007 et 2012 (doublement du nombre de publications de Rang A, augmentation de 50% du ratio de publications par enseignant-chercheur) et la qualité des relations avec l'environnement socio-économique. Le dynamisme des équipes et la qualité de leur projet scientifique sont également soulignés.



Préparation du nouveau CPER

Mines Douai a été très impliquée en fin d'année 2013 dans la préparation des projets de recherche pour le futur Contrat de Plan Etat-Région (CPER 2015-2020) dans le cadre du PRES Lille Nord de France. L'Ecole est citée parmi les partenaires de 8 des 27 fiches élaborées par la PRES.

Fin 2014, la lettre de mandat du Premier Ministre au préfet de région a défini les priorités de l'Etat. Sur le volet Recherche, l'Ecole est concernée par 4 projets. Les négociations entre l'Etat et la Région sont en cours ; les Programmes Opérationnels (PO) sont parus début 2015.





INCUBATEUR TECHNOLOGIQUE APUI

APUI, dont la mission est de favoriser l'émergence des projets technologiques et la création d'entreprises, accompagne les porteurs de projet à partir d'une idée comportant une innovation technologique jusqu'à la concrétisation de son idée.

APUI est soutenu par ses partenaires (RUBIKA (ex ISD), ITEEM, Cd2e, Réseau des Ruches, Nord Entreprendre Grand Nord, Université de Valenciennes, la Ville de Grande Synthe, l'incubateur Marobtikar, le pôle MEDEE, le pôle énergie 2020) et de nombreux financeurs (Conseil Général du Nord, Communauté d'Agglomération du Douaisis, Union Européenne). Ceci a permis à l'incubateur de déployer une offre personnalisée de formations et de conseils.

Une convention de partenariat a été signée avec les BGE Hauts de France (alias Boutiques de Gestion des Entreprises).



La poursuite de l'action d'APUI a permis l'accueil de 6 nouveaux projets sur les 32 nouveaux contacts établis :

Mathias MONDO	Humanbet	Application d'analyse du bien-être en milieu professionnel
Hugo MASSE		Projet de conception d'un nouveau modèle de moto électrique
Antoine RENNUIT	Painters'Compagnion	Réalisation d'un robot pour le BTP, ingénieur de Mines Douai, Promo 2002
Paul STAELEN, Rostom HABBANI et Philippe LELIEF	ENCASTORE	Place de marché virtuelle
Mélanie ALLAIN Paul MAGNIER et Kilian GUILLOZET	VISION VOCALE	Application pour les personnes mal voyantes. Groupe d'élèves de 2 ^{ème} année
Philémon Roger ESSONO et Jean-Emmanuel KLUPSCH	Projet 62 750	Création filière de récupération et retraitement des déchets ménagers

Trois sociétés ont été créées en 2014 :

ATLAS ENERGIES	Gaëtan VELU	bureau d'études spécialisées en domotique alliant confort et performance énergétique
UNEOLE	Quentin DUBRULLE	Eoliennes domestiques
2D Systèmes	Nicolas GOLOS	Contrôle et maintenance des appareils frigorifiques professionnels

Au total, 69 projets ont ainsi été accompagnés en 2014 dont 43 en incubation. APUI est constitué d'une équipe de 7 cadres et 1 secrétaire au 31/12/2014.

Depuis 2003, ce sont 101 projets qui ont été admis en incubation au sein de l'incubateur de Mines Douai. 50 sociétés ont été créées. 43 sont toujours en activité qui génèrent plus de 200 emplois.



DIRECTION DE LA COMMUNICATION ET DES RELATIONS ENTREPRISES (DCRE)

Pour évoluer et se développer, Mines Douai s'appuie sur des valeurs, une identité et une image fortes. La communication concerne l'ensemble des activités de l'Ecole. Elle a pour objectif de mieux les faire connaître et comprendre. Elle vise à accroître la notoriété de l'Ecole, à améliorer son image, sa motivation interne et à promouvoir ses différentes actions de formation et de recherche. La Direction de la Communication et des Relations Entreprises (DCRE) a accru son périmètre en 2014 avec la gestion du fonds de dotation de l'Ecole. Par ailleurs, la DCRE assure un lien permanent entre l'Ecole, les élèves-ingénieurs, les enseignants-chercheurs et les entreprises.

Réseaux sociaux

Les deux réseaux véritablement incontournables et correspondant à nos cibles principales sont Facebook et Twitter. Le premier vise essentiellement la communauté des élèves, anciens élèves et candidats potentiels, le second un public professionnel majoritairement composé de journalistes et institutionnels. L'Ecole a accentué sa présence sur ces réseaux en 2014, en multipliant significativement ses contributions régulières.

Classements

Palmarès magazine L'ETUDIANT

Sur 160 écoles classées, Mines Douai s'est distinguée sur de nombreux critères, que ce soit dans le domaine International (niveau d'anglais exigé, durée obligatoire passée à l'étranger dans le cursus...) ou dans celui des relations Entreprises. Avec 10 points sur 12 possibles, Mines Douai se classe en effet en 3ème position nationale pour sa proximité avec les entreprises, évaluée selon le nombre de diplômés à l'étranger, le salaire de sortie, la durée des stages en entreprise et le nombre d'étudiants en alternance.

USINE NOUVELLE

Sur 130 écoles sélectionnées, Mines Douai est classée 31ème. L'Ecole progresse de 11 places par rapport à 2013.

Pour établir le classement, l'Usine Nouvelle a évalué les écoles sur trois grands critères : l'insertion de leurs diplômés dans le monde du travail, l'ouverture internationale de leur formation et leur proximité avec la recherche.

Sur chacun de ces 3 critères, Mines Douai réussit la performance d'augmenter à la fois en note globale et en rang.

Vitamines

Lettre électronique diffusée à environ 5000 destinataires (élèves, personnels, journalistes, partenaires, institutionnels, anciens élèves...), Vitamines connaît un taux de lecture croissant qui correspond à la fourchette haute des statistiques moyennes d'ouverture de newsletters.

Campus Channel

Mines Douai a participé à deux reprises aux « live » organisés par Campus CHANNEL en juin et en décembre. L'objectif est de répondre en direct aux questions des internautes qui interrogent l'Ecole sur ses formations, sa recherche, ses stages, ses cursus.

Chaque émission a accueilli près de 500 internautes en temps réel et plus de 2000 replay et consultations sur le web.

Evénements

En plus des manifestations récurrentes



(fête de la Ste Barbe, départs en retraite, remises de médailles, organisation de salons, voeux...), La Direction de la Communication et des Relations Entreprises s'est étroitement impliquée dans l'organisation de plusieurs événements parmi lesquels la remise des diplômes en présence de Christian STREIFF, vice-président de SAFRAN, ou encore, le parrainage des promotions avec Etienne CORTEEL, délégué régional Nord-Pas-de-Calais EDF.

Mines Douai a participé activement au « Train de la Nouvelle France Industrielle » qui a sillonné la France du 7 au 26 avril 2014 afin de promouvoir l'industrie française.

L'Ecole était présente à Lille et Boulogne-sur-Mer afin de promouvoir ses activités de recherche et l'institut Carnot M.I.N.E.S.

Partenariats & Relations entreprises

Conformément à ses nouvelles missions, La DCRE a entrepris une analyse de la collecte de la taxe d'apprentissage au cours des années écoulées afin d'en optimiser le processus et de mieux cibler ses actions de prospection.

Elle a noué des contacts avec des partenaires, institutions et entreprises en relation avec les thématiques fortes de l'Ecole et de ses départements.

La proximité avec les entreprises fait partie de l'ADN de l'Ecole. Mines Douai propose une offre de services très diversifiée aux entreprises grâce à la formation d'ingénieurs aux compétences variées, à son centre de recherche pour apporter des solutions aux besoins de R&D des industriels et à son centre d'ingénierie et d'innovation (Ci²) pour permettre la réalisation de prototypes. Son incubateur APUI accompagne également les porteurs de projets technologiques et innovants pour les différentes étapes menant à la valorisation ou à la création d'entreprise.



La Direction de la Communication et des Relations Entreprises (DCRE) assure la cohérence des relations entre les entreprises et les différents services et départements de l'Ecole mais également avec les élèves-ingénieurs. En effet, les formes de collaboration sont très variées en fonction des attentes des entreprises: ces dernières peuvent aller d'un stage d'élève-ingénieur à la création d'une chaire industrielle sur 5 ans. Ainsi en 2014, la DCRE a conçu une présentation globale des services que l'Ecole peut apporter aux entreprises afin de définir avec ces dernières une stratégie de collaboration pluriannuelle à travers la mise en place d'une convention de partenariat sur 3 ans ayant des objectifs définis et suivis annuellement. SOPRA a ainsi rejoint les partenaires de Mines Douai en 2014.

De nombreuses actions ont été menées avec les partenaires comme par exemple des conférences de présentation des entreprises et de leurs métiers auprès des étudiants, des visites de sites, des ateliers CV avec les services RH, etc...



La remise des diplômes a été présidée par Christian Streiff, Vice-Président de SAFRAN. Il s'agissait de la première remise des diplômes commune avec inGHenia. La nouvelle promotion 2017 de Mines Douai a été parrainée le 30 octobre par Etienne Corteel, Directeur régional d'EDF qui fait également partie des entreprises partenaires de Mines Douai.

Le 14ème Forum Entreprises, organisé le 25 novembre 2014, a rassemblé une quarantaine d'entreprises. En parallèle de ce forum, des tables rondes ont été organisées sur la thématique "Parcours de diplômés : comment booster votre projet professionnel ?" animées par des professionnels et des anciens élèves avec le concours de l'Association des Diplômés et de l'unité PPE (Projet Professionnel Emploi).



Mines Douai s'est également impliquée dans différentes compétitions ou challenges inter-écoles. Ainsi, l'Ecole a, par exemple, apporté son soutien à l'organisation du Challenge Projet d'Entreprendre qui a réuni durant une semaine en février près de 200 étudiants de différentes écoles (Telecom Lille, IAE, UFR de Lille 1). Le parrain de ce concours était Patrick FORGNONE de Thales (Directeur d'Etablissement Site OPALE à Lambersart).

L'ambition d'avoir des partenariats privilégiés sur une durée pluriannuelle avec des entreprises se retrouve également au niveau des projets de R&D menés avec nos laboratoires de recherche à travers la création de chaires industrielles. Ainsi la chaire industrielle de recherche sur l'économie circulaire des sédiments (Eco-SED) a été créée le 2 avril 2014 pour 5 ans grâce à un consortium regroupant 7 entreprises (COLAS, HOLCIM, Grand Port Autonome de Dunkerque, ARF-Activités de recyclage et de Formulation, Neo-Eco Recycling, Carrières du Boulonnais, EDF) et également le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, le Conseil Régional Nord - Pas de Calais, le Conseil Général du Nord, l'Agence de l'Eau Artois Picardie et Lille Métropole Communauté Urbaine. A ce niveau, il peut être utile de rappeler que le montant éligible au Crédit impôt Recherche (CIR) est doublé pour l'Ecole au titre de l'EPA et d'ARMINES à titre d'exception.

La volonté de former des ingénieurs répondant aux besoins des entreprises est également fortement prise en compte dans la définition du cursus pédagogique. Des représentants du monde industriel font partie des comités d'experts qui audient le cursus mais également sont sollicités pour donner des cours. La forte implication de certaines fédérations professionnelles dans l'enseignement peut conduire à des formations spécifiques comme l'option PPIB (Produits et Procédés de l'Industrie du Béton) réalisée avec le soutien de l'Union Nationale des Industries de Carrières et Matériaux de Construction (UNICEM), la Fédération de l'Industrie du Béton (FIB) et le Syndicat Français de l'Industrie Cimentière (SFIC). Dans ce contexte, la longue collaboration avec la Fédération Française de la Plasturgie et des Composites a conduit à la création de la chaire d'enseignement « Technologie des Polymères et Composites ». Mines Douai, avec son partenaire l'ISPA, forme 50% des ingénieurs plasturgistes en France.

Le 23 octobre à Paris-La Défense a eu lieu le 13ème meet.ING, organisé par Syntec Ingénierie ; cela a permis à une vingtaine de nos élèves d'assister à de nombreuses conférences (maquette BIM, économie circulaire, conception bioclimatique,...) et de rencontrer sur leurs stands des entreprises de la construction et de l'ingénierie.

Autre fait marquant de l'année 2014, le lancement en novembre de la campagne de développement 2015-2019 de Mines Douai adossée à son fonds de dotation. L'objectif de cette campagne est de lever des fonds qui permettront de réaliser des projets ambitieux et de poursuivre le but de l'Ecole et d'accroître sa notoriété.

Vie extrascolaire

Le Secrétaire Général est l'interlocuteur privilégié du Bureau des Elèves qui est subventionné à hauteur d'environ 70 000 € par an pour l'ensemble des activités et manifestations de l'année scolaire



et notamment :

- Les activités sportives (Cartel, RKGE, Eurotandem),
- Le Gala de l'École,
- L'accueil des nouveaux étudiants avec le CAPA (Comité d'Accueil des premières années).

Dans le cadre de la Charte des bonnes pratiques (luttés contre les addictions), plusieurs actions de sensibilisation ont été mises en place durant l'année scolaire comme :

Opération Campus Responsable Prévention Alcool

A la rentrée de septembre 2014, les nouveaux élèves de première année de l'École ont pu assister à la pièce de théâtre-forum « Campus Drinking » (débat théâtral qui invite les étudiants spectateurs à la réflexion et à la participation active sur scène).

Les objectifs étaient les suivants :

- Sensibiliser les étudiants aux risques de la consommation d'alcool par le biais du théâtre interactif.
- Offrir un outil de réponse aux établissements qui souhaitent aborder la question de l'alcool de manière pédagogique en privilégiant l'accompagnement et la prévention mais sans bannir la consommation.



DÉVELOPPEMENT DURABLE

Une délégation au Développement Durable (composée du Secrétaire Général et de deux chargés de missions) coordonne les actions développées par l'École en matière de développement durable. Son objectif est de conduire le projet collectif à partir d'un état des lieux des pratiques et d'un diagnostic. Cette délégation anime et coordonne les groupes de travail chargés de faire des propositions. Elle participe avec la Direction de la Communication et des Relations Entreprises aux campagnes de sensibilisation et d'information des étudiants et personnels au DD.

- En juin 2014, la troisième édition du « Trophée du développement durable » a été organisée pour récompenser les acteurs du Développement Durable à l'École.

- **Mines Douai a été désignée lauréate des Trophées des Campus Responsables** dans la catégorie « engagement durable » :

Compte tenu de son fort engagement dans la démarche DD et des résultats obtenus, depuis 2009, Mines Douai a été désignée lauréate des Trophées des Campus Responsables dans la catégorie « engagement durable » pour son engagement quotidien en matière de Développement Durable. Les Trophées des Campus Responsables sont la première édition francophone des Green Gown Awards. Cet événement international existe depuis 10 ans au Royaume-Uni, et 5 ans en Australie et Nouvelle-Zélande. Pour sa première édition, les Trophées des Campus Responsables ont récompensé 4 campus francophones aux actions remarquables en matière de développement durable et de RSE. Ces Trophées étaient ouverts aux universités et grandes écoles aussi bien françaises, que belges, suisses et luxembourgeoises.

- Labellisation Développement Durable de Mines Douai

L'École des Mines de DOUAI s'est portée volontaire parmi 7 établissements (2 universités, 3 écoles d'ingénieurs, 1 école de management et 1 école d'une autre spécialité) pour participer aux tests du processus de validation de labellisation du référentiel CPU-CGE (Conférences des Présidents Universitaires - Conférence des Grandes Ecoles).

Le label Développement Durable & Responsabilité Sociétale a pour objectif de qualifier la situation de l'établissement sur les questions de développement durable & responsabilité sociétale.

L'audit s'est déroulé le 7 novembre 2014, afin de vérifier l'auto-évaluation du dossier de Mines Douai (cohérence, adéquation niveau/effectivité) sur la base documentaire de la plate-forme EVADDES (Evaluation du Développement Durable dans l'Enseignement Supérieur). EVADDES est un outil d'auto-évaluation du développement durable dans l'enseignement supérieur. Il permet aux établissements de s'auto-évaluer, de fixer, suivre, évaluer et réviser son plan d'action, de s'engager sur des objectifs chiffrés.

L'audit a été réalisé en visioconférence, par deux auditeurs : une personne de l'Université de Poitiers et un étudiant du REFEDD (Réseau Français des Etudiants pour le Développement Durable). Globalement cet audit à blanc s'est très bien déroulé.

L'audit des établissements tests va permettre de finaliser l'outil de labellisation qui sera ensuite étendu à l'ensemble des établissements volontaires.

Les audits officiels devraient démarrer au premier trimestre 2015 et les premiers établissements volontaires devraient être labellisés en juin 2015.

- **Un rapport Développement Durable** paraît également chaque année. Il recense les actions mises en œuvre, les initiatives, les projets de notre École. Les trois dernières éditions sont disponibles en téléchargement sur le site web de l'École : www.mines-douai.fr.



PRESENTATION GENERALE

• Moyens humains, techniques et financiers	18
• Organigramme	20
• Formations	21
• Recherche	30
• Création d'entreprises	36





MOYENS HUMAINS, TECHNIQUES ET FINANCIERS

Mines Douai, établissement public à caractère administratif, dispose de moyens humains et financiers apportés par des dotations de l'État et par des ressources propres. En outre, une longue tradition de collaboration entre l'École et Armines permet de conjuguer leurs moyens respectifs pour réaliser une liaison aussi étroite que possible entre l'enseignement, la recherche et l'industrie.

Les effectifs de Mines Douai (31/12/2014)

La situation des effectifs de l'École au 31 décembre 2014 s'établit comme suit :

Personnel permanent sur postes budgétaires ETAT et subvention EPA **233**
dont :

- Budget Etat **166**
- EPA **67**

Personnel mis à disposition de l'École par la DREAL : **4**

Personnel sur contrats à durée déterminée : **42**
dont :

- EPA (contrats saisonniers) **17**
(dont 14 post-doc)
- EPA (Allocataires de recherche) **25**

Soit un effectif travaillant à l'École sur emplois budgétaires de : 279

Les effectifs du Centre Armines de Douai (31/12/2014)

Personnel du Centre ARMINES **57**
dont :

- Personnel sur postes permanents : **35**
- Personnel sur contrats à durée déterminée : **22**
10 post-doc et 12 contrats CFR
- Allocataires de recherche) : **3**
- Contrats Apprentissage : **4**
non pris en compte dans les 57

Doctorants et Enseignants invités bénéficiant d'un financement extérieur figurant à l'effectif de l'établissement : **19**

L'effectif global de l'École et du centre Armines de Douai au 31/12/2014 était donc de : 355 en équivalent temps plein, dont 272 permanents.

Travaux et aménagements

La gestion du patrimoine immobilier de l'EPA relève des missions du service Technique tant pour l'entretien courant que pour les travaux d'aménagement, de rénovation et de sécurité. C'est près de 410 k euros qui ont été mobilisés pour le programme de l'année 2014.

Il s'agit de travaux de réaménagement de plusieurs locaux afin de permettre l'adaptation de leur fonctionnalité au besoin des activités pédagogiques ou de recherche. En 2014, des travaux de conservation et de rénovation du patrimoine ont été réalisés :

Sur le site de la rue Bourseul (360 k€)

- Rénovation de la salle de conférence Dausse
- Création de 4 locaux d'attente sécurisés
- Changement de la chaudière bâtiment SAGE

- Rénovation de 2 logements

Sur le site des résidences étudiants (50 k€)

- Travaux de rafraîchissement de 200 chambres résidence Lavoisier (50k€)

- Changement des chaudières de la résidence Lavoisier par le gestionnaire du contrat de chauffage des résidences Lavoisier et Descartes

En revanche, la rénovation d'une tranche de 68 chambres de la résidence Lavoisier, prévue en 2014, n'a pu être réalisée en raison des contraintes budgétaires et sera reportée en 2015

Sur le site du Centre de Recherche (280 k€)

- Poursuite des travaux d'aménagement du bâtiment de liaison pour le département informatique automatique

Le Service de Restauration

Il assure le service des élèves, du personnel et des stagiaires dans le cadre de la formation continue. En outre, il assure les prestations restauration de l'ensemble des manifestations organisées par l'École.

Au cours de l'année 2014, plus de 239 000 repas ont été servis.

La Maison des Elèves

Appartenant à l'École, elle offre actuellement 825 chambres individuelles dans 3 résidences, qui permettent aux étudiants d'exercer leurs activités extrascolaires dans le cadre d'associations :



Associations sportives, Cercle des Elèves, Bureau des Elèves, Comité Gala, etc.

Les moyens financiers

Recettes

Les moyens financiers de l'École (36,53 M€) sont inscrits dans le budget :

- De l'EPA pour 18,32 M€
- De l'État pour 13,06 M€
- De l'association ARMINES pour 5,14 M€

Ces moyens se décomposent comme suit :

a) 20,8 M€ de subventions reçues du ministère de tutelle :

- 7,76 M€ de subventions de fonctionnement et d'investissement EPA
- 13,06 M€ de rémunération des fonctionnaires et indemnité d'enseignement Titre 2

b) 15,04 M€ de ressources propres et autres qui proviennent de :

- l'activité contractuelle de recherche et de transfert de technologie : 6,6 M€*
- L'hébergement et la restauration pour 2,31 M€
- Droit et frais de scolarité pour 0,39 M€
- La taxe d'apprentissage pour 0,69 M€
- L'incubateur APUI pour 0,81 M€
- Autres subventions, recettes générales et amortissements pour 4,24 M€

* Ressources ARMINES 5,14 M€

c) 0,67 M€ de surventions d'investissement

Dépenses

Les dépenses d'investissement et de fonctionnement de l'École s'élèvent à 36,03 M€ et se décomposent ainsi :

- Les dépenses de fonctionnement (33,55 M€) qui comprennent les principaux postes suivants :
 - Rémunération des personnels EPA, ÉTAT, ARMINES : 21,33 M€
 - Fonctionnement de l'École : 12,22 M€
- Les dépenses d'investissement (2,49 M€), comprennent les principaux postes suivants :
 - Maintenance du parc immobilier : 0,71 M€
 - Investissements des départements en matériel de recherche : 1,3 M€
 - Matériels informatiques divers et mobiliers : 0,48 M€

Contacts

Secrétaire Général

Kader AMARA

Tél. 03 27 71 25 01

kader.amara@mines-douai.fr

Service Technique

Laurent BOISTEL

Tél. 03 27 71 25 11

laurent.boistel@mines-douai.fr

Ressources Humaines

Christian VALENTI

Tél. 03 27 71 25 32

christian.valenti@mines-douai.fr

Service Gestion-Finances

Jean-Paul POISSEROUX

Tél. 03 27 71 25 21

jean-paul.poisseroux@mines-douai.fr

Services

Hébergement et Restauration

Sylvain HADOUX

Tél. 03 27 71 49 10

sylvain.hadoux@mines-douai.fr

Service Reprographie

Michèle DELCAMBRE

Tél. 03 27 71 20 16

michele.delcambre@mines-douai.fr

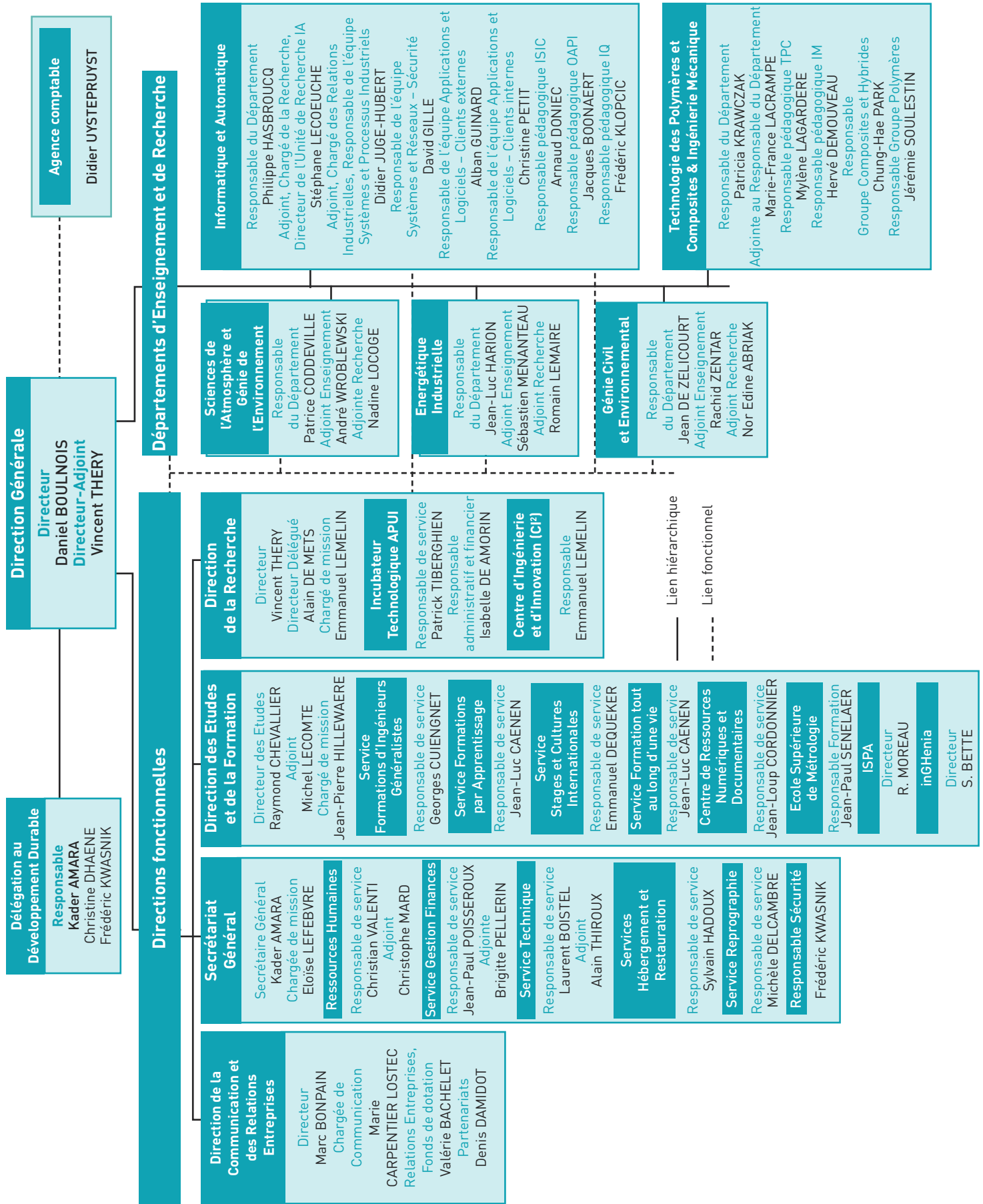
Responsable Sécurité

Frédéric KWASNIK

Tél. 03 27 71 23 57

frederic.kwasnik@mines-douai.fr

ORGANIGRAMME (au 1^{er} JANVIER 2015)



LES FORMATIONS

Projet pédagogique - Profil de l'ingénieur douaisien

Mines Douai a pour objectif de former des ingénieurs :

- généralistes, c'est-à-dire disposant des compétences scientifiques et techniques, des langages, des outils et des méthodes qui leur permettront de s'adapter au changement tout au long de leur vie professionnelle et d'évoluer,

- préparés à leur premier métier selon 2 aspects :

- dans un des 8 domaines d'approfondissement que proposent les départements d'enseignement et de recherche de l'Ecole,
- dans une des fonctions (8 filières métier) transverses des entreprises,

- managers d'entreprises et des hommes, capables de travailler en équipe, ayant le sens de l'animation, de l'analyse, de la créativité et de l'ouverture.

La Formation Initiale des ingénieurs

Le recrutement s'effectue essentiellement en classes préparatoires scientifiques :

- 83 % des élèves ont été recrutés sur concours,
- 17 % sont admis sur titres : L3 et DUT en 1ère année du cursus et master 1 ou bachelor en cycle d'approfondissement (cycle master).

Structure et éléments principaux du cursus

Le parcours optionnel (2e et 3e années) permet l'acquisition des connaissances et le développement des compétences dans l'un des 8 domaines d'approfondissement de l'Ecole : environnement et industrie, génie civil, génie énergétique, ingénierie mécanique, ingénierie de la qualité, ingénierie des systèmes d'information et de communication, optimisation et automatisation des processus industriels, technologie des polymères et composites.

La dernière année d'étude a vocation à être professionnalisante, non seulement au travers des contenus des enseignements et du choix des intervenants, mais aussi grâce :

- à la filière métier qui prépare à l'une des 8 fonctions suivantes : achats, commerciale, entrepreneur, expertise juridique et technique de l'environnement, internationale, logistique, management stratégique de l'entreprise, recherche ;

- au Projet Scientifique et Technique (PST), travail réalisé par groupes (pluridisciplinaires c'est-à-dire inter-options) pour un partenaire externe à l'Ecole, en dernière année ;

- au Projet de Fin d'Études (PFE) de 6 mois réalisé en entreprise.

• Structuration en Unités d'Enseignement (UE)

L'ensemble de la formation d'ingénieurs est structuré en Unités d'Enseignements (UE). 7 UE constituent le socle fondamental. Chaque majeure comporte 3 UE, chaque option comporte 2 UE, correspondant aux thématiques traitées.

Cette structure donne une bonne lisibilité et une grande cohérence au cursus, elle favorise le travail en équipes pédagogiques pluridisciplinaires et permet l'optimisation régulière du projet pédagogique par la mise en place des évolutions des enseignements en rapport avec les besoins du futur ingénieur diplômé.

Une place importante est accordée à la pédagogie par projets et de manière générale aux méthodes de pédagogie active qui rend l'étudiant acteur de son apprentissage.

• International et langues étrangères

L'un des points forts de l'école est son ouverture à l'international qui s'appuie en particulier sur la préparation culturelle et linguistique

Afin d'entreprendre dans les meilleures conditions possibles une expérience à l'international (stage ou séjour d'études à l'étranger), les étudiants de Mines Douai



sont tenus de suivre deux Langues Vivantes (LV). Ils ont aussi la possibilité de s'initier à une 3ème langue, facultative. Les cours se déroulent en groupes restreints (en moyenne 16 à 18 élèves).

La Langue Vivante 1 est l'anglais. En 1ère année, le principal objectif est de réussir le TOEIC (avec un score minimal de 800 points pour l'obtention du diplôme, de 850 pour postuler en Filière internationale). Les étudiants abordent également l'anglais professionnel (CV, lettre de motivation, entretiens, conduite de réunion, négociation, management, communication, ingénierie, sciences et techniques...). En 2ème année, toutes les 6 semaines, les étudiants choisissent, parmi 10 modules, un pays ou une zone géographique. Ces modules permettent d'approfondir l'étude des pays « partenaires » de l'Ecole et d'acquérir une terminologie et des connaissances économiques, politiques, journalistiques et liées au système éducatif et aux études scientifiques. En 3ème année, l'enseignement s'effectue, pour la première fois en 2014-2015, sous la forme d'un séminaire interculturel entièrement dispensé en anglais. D'une durée de 21 heures, il a pour objectif de préparer efficacement les étudiants à travailler et collaborer dans un contexte international et multiculturel.

Les langues proposées en LV2 sont l'allemand, l'espagnol, le chinois, le russe, le portugais (pour la première fois en 2014-2015), ainsi que le Français Langue Etrangère (pour les étudiants internationaux). Les objectifs sont d'initier l'élève à une autre langue que l'anglais, de développer ses compétences linguistiques pour faciliter son intégration dans un milieu universitaire étranger ou en milieu professionnel, mais aussi, s'il le souhaite, de confirmer son niveau par une certification : CLES, HSK...

8 choix sont proposés en LV3 : allemand, espagnol, chinois, russe, portugais, japonais, italien, arabe. Pour l'année scolaire 2014-2015, près de 80 élèves suivent une troisième langue.

• Stages

La formation tire bénéfice de la proximité de l'école avec le monde de l'entreprise en particulier au travers de stages et projets de fin d'études.

Les stages constituent un élément important de la connaissance de l'entreprise, 3 stages totalisant une durée de 13 mois ponctuent le cursus aux niveaux techniciens, ingénieur-adjoint et ingénieur.

En 2014, 209 stages ont été réalisés à l'étranger (199 en 2013).

L'unité stages et Projet Professionnel et Emploi (PPE) travaille en synergie avec l'association des diplômés et propose un programme complet d'accompagnement comprenant :

- les TD PPE orientés vers l'élaboration du projet professionnel de l'élève et l'adaptation à son futur environnement de travail,

- les TD de recherche de stage (en première année) consacrés aux outils et techniques de recherche,

- les ateliers optionnels permettant aux élèves, en petit groupes, de perfectionner leurs outils de recherche de stage et d'affiner leur projet professionnel.

Contrats de professionnalisation

A la rentrée 2014, l'école a poursuivi la possibilité offerte depuis 2010 à ses élèves en dernière année du cycle d'ingénieur par la formation initiale, de faire cette année sous la forme d'un contrat de professionnalisation. Ainsi, 29 contrats ont été signés entre l'Ecole, l'élève (devenu salarié) et des entreprises situées dans le Nord - Pas-de-Calais, mais aussi dans la région parisienne.

La formation des Elèves-Ingénieurs fonctionnaires de l'Industrie et des Mines

Mines Douai accueille chaque année des Elèves-Ingénieurs de l'Industrie et des Mines recrutés sur le concours TPE. A l'issue du cursus de 3 ans, ces ingénieurs diplômés occupent des postes au sein des DREAL (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement), des DIRECCTE (Directions Régionales des Entreprises, de la Concurrence, de la Consommation, du Travail et de l'Emploi) ou des services centraux des ministères en charge de l'Industrie ou de l'Environnement.

Il est à noter que le nombre de places ouvertes à ce recrutement est fixé par le service de notre ministère ayant en charge la gestion du corps des Ingénieurs de l'Industrie et des Mines. Nous avons recruté 14 Elèves-Ingénieurs de l'Industrie et des Mines en 2014.

La Formation Continue Diplômante (FCD)

Mines Douai poursuit sa mission de promotion sociale grâce à la formation d'ingénieurs par la voie de la formation continue diplômante qui permet à des techniciens supérieurs (bac +2) ayant une expérience professionnelle de plus de 3 années d'accéder au diplôme d'ingénieur de l'Ecole.

Deux formules sont actuellement proposées aux candidats :

- un cursus à temps plein : 2 ans en présentiel à l'école,
- un cursus (FCDD, décrit ci-après) associant 1 an d'enseignement à distance suivi d'1 an et demi de formation en école.

Parmi les Ecoles des Mines, seule Douai conserve cette formation. Si la formule présentielle reste prisee (17 élèves admis en septembre 2014), il faut noter une baisse de recrutement pour la formule à distance (5 élèves admis en janvier 2015).

Le projet pédagogique de cette formation est, pour l'essentiel, celui de la formation initiale. Après une remise à niveau des connaissances scientifiques, ces élèves, du cycle présentiel comme du cycle à distance, rejoignent la promotion de 2ème année de formation initiale pour suivre les majeures, options, filières et projets.

La Formation Continue Diplômante à Distance (FCDD)

Cette formation permet aux élèves retenus de conserver leur activité salariée et donc de pallier les difficultés de financement d'une longue période de deux ans.

Elle porte sur la partie scientifique de base et est menée, grâce à une plateforme pédagogique utilisant les TICE, selon une alternance de phases :

- d'auto-formation (cours et exercices accessibles par internet) ;
- de tutorat collectif à distance (TD à distance) ;
- de tutorat individualisé (courriel, forums) ;
- de regroupements périodiques (toutes les 7 semaines environ).

Après un an de formation à distance, ces élèves rejoignent en janvier la promotion de FCD présentielle et les élèves de 2ème année de Formation Initiale au sein des majeures et des options pour terminer leur cursus en présentiel.



La formation d'ingénieurs par alternance

Depuis 1992, Mines Douai assure la responsabilité pédagogique de la formation par alternance d'Ingénieurs en Productique menée en partenariat avec inGHenia (ex IPHC). L'Ecole est habilitée par la Commission des Titres d'Ingénieur (CTI) à délivrer ce diplôme d'ingénieur. Cette formation, d'une durée de 3 ans, se déroule en alternance, une semaine en entreprise alternant avec une semaine en école.

En 2014, 52 élèves ont été admis à suivre cette formation, ils ont tous le statut d'apprenti.

A la rentrée 2014, Mines Douai a obtenu l'accord de la CTI pour que le diplôme d'ingénieur de l'Institut Supérieur de Plasturgie d'Alençon (ISPA) devienne un diplôme Mines Douai en partenariat avec l'ISPA. La promotion admise à la rentrée compte 44 élèves sous statut d'apprenti.



Délivrance du titre d'ingénieur DPE

L'Ecole participe à la procédure de délivrance du titre d'Ingénieur Diplômé Par l'État à partir des critères suivants : examen des dossiers des candidats, organisation des épreuves d'entretien et soutenance des mémoires écrits. Lors de la session 2014, 2 candidats ont obtenu le diplôme d'Ingénieur Diplômé Par l'Etat (spécialités Energétique et Travaux Publics).

Les formations de spécialisation

Mastères spécialisés

- « Systèmes de Mesure et Métrologie »

Ce mastère forme des spécialistes capables de mener une approche globale de la métrologie. Les enseignements couvrent tous les domaines de la mesure pour :

- appréhender les fondements de la métrologie,
- intégrer la composante métrologique dans la conception des produits,
- concevoir et mettre en œuvre des systèmes de mesure.

En 2014, 9 étudiants ont obtenu le diplôme de Mastère Spécialisé (sur 9 admis). La promotion recrutée à la rentrée compte 11 étudiants.

- « Produits et procédés de l'Industrie du Béton »

Ce mastère, dont l'objectif est de former des cadres maîtrisant les outils et les méthodes de production du « Génie Civil industriel », a diplômé cette année une promotion constituée de 11 étudiants. La promotion recrutée à la rentrée compte 5 étudiants.

- « Bâtiment à Energie Positive »

Ce mastère, dont l'objectif est de former des spécialistes de la conception et du dimensionnement des bâtiments à énergie po-



sitive, a diplômé cette année sa seconde promotion constituée de 16 étudiants. La promotion recrutée pour l'année 2014 compte 18 étudiants.

- «Création d'entreprise et entrepreneuriat»

Depuis la rentrée 2008, Mines Douai est co-accréditée par la Conférence des Grandes Ecoles à décerner le label « Mastère Spécialisé » aux étudiants issus de cette formation à la création d'entreprises, avec l'Ecole Centrale de Lille (porteur), l'Ecole des Arts et Industries Textiles (ENSAIT) et la SKEMA Business School.

L'objectif est de former les porteurs de projets au métier d'entrepreneur et d'augmenter ainsi les chances de réussite de leur future entreprise. En 2014, 5 étudiants ont suivi cette formation et ont été diplômés.

Mobilité académique

A l'étranger

Les élèves inscrits en filière internationale effectuent leur dernière année dans un établissement partenaire à l'étranger.

En 2013-2014, 83 élèves ont suivi cette filière (75 élèves en 2012-2013). 48 d'entre eux ont obtenu ou vont obtenir un deuxième diplôme d'une Université ou d'une Ecole d'Ingénieur, en plus du diplôme de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Douai (28 en 2012-2013).

Depuis 2010, les élèves ont la possibilité d'effectuer leur 1er semestre de M1 à l'étranger dans un établissement partenaire. Ainsi, en 2013-2014, 21 élèves ont passé un semestre à l'étranger (21 en 2012-2013).

Depuis 2013, les élèves ont également la possibilité d'effectuer leur 2ème semestre de M1 à l'étranger dans un établissement partenaire. Ainsi, en 2014-2015, 2 élèves vont passer un semestre à l'étranger (4 en 2013-2014).

Dans un autre établissement français

En 2013-2014, 6 élèves ont effectué leur dernière année dans une autre Ecole de l'Institut Mines Télécom, 7 élèves ont été

admis dans le cursus bi-diplômant Audencia Grande Ecole, 1 dans le cursus bi-diplômant de Telecom Ecole de Management, 1 élève a rejoint l'Ecole Spéciale des Travaux Publics de Paris (ESTP) dans le cadre d'un partenariat avec notre département Génie Civil et Environnemental, 2 ont été admis à l'Institut des techniques nucléaires de Saclay, 1 a intégré Sciences Po Lille et 1 a été admis dans le Master des Industries du Luxe de l'Université de Marne la Vallée, 1 élève a été admis à l'IFP School (Institut Français du Pétrole).

La formation professionnelle qualifiante

Mines Douai a poursuivi sa mission d'assistance aux entreprises et aux administrations en mettant ses capacités de formation au service du perfectionnement de leurs cadres et agents, en organisant des stages et des journées d'informations techniques. En 2014, ces formations ont représenté au total de l'ordre de 30 000 heures-stagiaires.

A destination des entreprises

Les départements d'enseignement et de recherche de l'école proposent des formations courtes dans leurs domaines de compétences.

Une centaine de stages sont proposés en : Chimie et Environnement - Energétique Industrielle - Génie Civil et Environnemental - Informatique et Automatique - Technologie des Polymères et Composites - Ingénierie Mécanique - Métrologie - Qualité - Formation Réglementation et Entreprise.

Des formations spécifiques aux différents aspects de l'environnement complètent cette offre : législation ICPE (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement), pollutions atmosphériques, déchets, sols pollués, traitement des eaux, bruit, développement durable.

En 2014, une 8ème promotion comptant 12 stagiaires a suivi la formation mise en place à la demande d'EDF pour former les agents ayant à intervenir sur des équipements sous pression et plus particulièrement dans les Services d'Inspection Reconnus des centres de production d'électricité. Cette formation, en alternance, se déroule sur 382 heures réparties sur 12 semaines d'avril à décembre.

Formation des ingénieurs et techniciens des DIRECCTE -DREAL

A la demande des Ministères en charge du redressement productif, du Ministère de l'Ecologie, du Développement durable; celui en charge des Transports et du Logement, ainsi que de l'Autorité de Sureté Nucléaire, Mines Douai met en place des formations destinées aux agents des DREAL, DIRECCTE et de l'ASN :

- la formation d'adaptation à l'emploi destinée aux Ingénieurs de l'Industrie et des Mines nouvellement recrutés, dont l'objectif est de donner une vision globale des activités des DIRECCTE -DREAL-ASN,
- les stages de perfectionnement d'une durée variant de 1 à 5 jours sont adaptés aux métiers et besoins spécifiques de ces entités et portent sur les aspects : techniques (véhicules, appareils à pression, métrologie, environnement), qualité, management, juridique et informatique.
- Mines Douai assure également la formation initiale des Techniciens Supérieurs Principaux de l'Economie et de l'Industrie.

Cette formation s'effectue sur 12 semaines par périodes de 2 à 3 semaines en école alternant avec des périodes en DIRECCTE ou en DREAL. Cette formation est constituée d'une partie « tronc commun » de 8 semaines, suivie d'une option de 1 à 4 semaines (environnement, métrologie, véhicules et Equipement Sous Pressions-Canalisations).

En septembre 2014, une promotion de 21 stagiaires a débuté cette formation qui se terminera le 6 février 2015.

Le Centre de Ressources Numériques et Documentaires (CRND)

Ce service regroupe les activités de la cellule Imagine et du Centre de Documentation.

Les activités liées à la documentation sont gérées par une unité de 4 personnes située

dans l'espace Edouard Gonnet du site Bourseul. Elle assure principalement un service d'appui aux élèves, aux doctorants et aux enseignants-chercheurs au travers :

- d'un catalogue informatisé qui contient près de 100 000 références,
- d'un accès en ligne à de nombreuses ressources (normes, revues, ouvrages),
- des différents services proposés par le personnel du Centre (prêts d'ouvrages et de liseuses numériques, demande d'acquisition, d'abonnement ou de prêt entre bibliothèques),
- de la maintenance et mise à jour d'un intranet permettant de recenser, archiver et consulter les publications des enseignants chercheurs de l'école,
- de la formation à la recherche documentaire (études bibliographiques FI et FCD).

L'espace Edouard Gonnet a reçu plus de 26 000 visiteurs durant l'année 2014 et a géré près de 5 000 prêts d'ouvrages.

Depuis la création de la cellule IMAGINE (Ingénierie Multimédia, Accompagnement à la Génération d'Innovations Educatives, unité de 3 personnes) à l'école en 2003, les innovations pédagogiques ont sans cesse progressé, pour des besoins internes mais

aussi en partenariat ou en réponse à des besoins exprimés. Depuis 2010 la cellule est intégrée au CRND permettant une réflexion plus large en termes d'accès aux ressources pédagogiques et documentaires de l'école.

Aujourd'hui les élèves ont accès à plus de 70 supports de formation en ligne disponibles depuis la plate-forme Campus. Cette dernière offre aux apprenants de plus en plus d'accès à de nombreuses ressources indispensables durant leur passage à l'école.

L'école est membre actif de trois UNT (Universités Numériques Thématiques) : UNIT (Sciences de l'ingénieur), UNISCIEL (Sciences fondamentales) et UVED (Environnement et Développement Durable). Les élèves peuvent ainsi avoir accès à l'ensemble des catalogues des ressources numériques de ces UNT (toujours via Campus). IMAGINE est largement impliquée dans les groupes inter-UNT qui travaillent sur des thématiques transdisciplinaires (pédagogie, cycle de production, chaînes éditoriales).



*ASN : Autorité de Sûreté Nucléaire

La cellule IMAGINE réalise des serious games (jeux à visée pédagogique) depuis 2012 (4 cas ESCPER) et elle a commencé à tester en 2013 les dispositifs de type MOOC (Massive Open Online Courses, en français « Cours en ligne ouverts à tous »). Elle a suivi en 2014 les avancées du programme FUN du MESR (portail des MOOC de l'enseignement supérieur) et s'inscrit dans la stratégie de production et d'utilisation des MOOC de l'institut Mines Télé-

com. L'école va produire en 2015 un premier MOOC en mécanique des fluides et sera partenaire dans la réalisation de MOOC avec des écoles de l'institut Mines Télécom dans les domaines des statistiques pour l'ingénieur, de la transition énergétique, de la transition industrielle et du langage C.

D'autres domaines sont également explorés comme l'interaction avec les objets

tangibles (projet JetStorm avec Lego MindStorm EV3), et l'adaptation des approches agiles dans plusieurs enseignements de l'école : base de données, algorithmique, php et initiation à la robotique. Une communauté se met en place autour du projet ALPES (approches AgiLes pour la Pédagogie dans l'Enseignement Supérieur) pour promouvoir et développer cette méthode pédagogique dans les écoles et les universités.



Recrutements 2014

L'École recrute l'essentiel de ses élèves ingénieurs de formation initiale par la voie de concours ouverts aux élèves de classes préparatoires scientifiques. Les admissions en formations continue diplômante, par alternance/apprentissage, de spécialisations (mastères spécialisés) sont effectuées sur titres.

Concours

Le Concours Commun des Écoles des Mines (CCEM) permet aux Écoles des Mines d'Albi, d'Alès, de Douai et de Nantes ainsi qu'à l'ENSTA Bretagne (filiales civile et militaire) de recruter des élèves de classes préparatoires MP, PC et PSI (banque Mines-Ponts), PT (banque PT), TSI (concours communs polytechniques) et ATS (concours Spé ATS/ENSEA).

Sur l'ensemble des 6 filières, le nombre d'inscrits au CCEM s'élève à près de 15 000 en 2014, en hausse de 12% par rapport à 2013.

En 2014 à Douai, ce concours a permis l'admission de 156 élèves. Parmi ces admis, le taux d'élèves issus de classes préparatoires étoilées est de 36% (29% en 2013).

Concours TPE

Ce concours a permis de recruter 14 élèves stagiaires Ingénieurs de l'Industrie et des Mines en 2014 (5 en 2013). Ces élèves fonctionnaires admis par cette voie suivent le même cursus en 3 ans que les élèves admis via le concours commun des Ecoles des Mines.

Admissions sur titres

Cette voie de recrutement a permis d'accueillir en 1ère année 8 élèves et 28 élèves ont été admis en 2ème année, 4 par recrutement en France (M1), 24 par recrutement à l'étranger (23 chinois et 1 camerounais).

Formation Continue Diplômante (FCD)

- 19 élèves ont intégré la FCD présentielle en septembre 2014,



- 10 élèves ont démarré leur FCD à distance en janvier 2014 et 9 ont intégré physiquement l'école en janvier 2015,

- une trentaine de candidats a suivi la préparation aux tests de recrutement en FCDD,

- 6 élèves ont démarré le cycle à distance en janvier 2015. Mines Douai est désormais la seule école à proposer cette formation à distance.

Formation par alternance - apprentissage

inGHenia (IPHC)

- 52 élèves ont été admis en septembre 2014 sous statut apprenti.

ISPA

- 44 élèves ont été admis en septembre 2014 sous statut apprenti.

Mastères spécialisés

« Systèmes de Mesure et Métrologie »

- 11 étudiants ont été admis à la rentrée 2014.

« Produits et Procédés de l'Industrie du Béton »

- 5 étudiants ont été admis à la rentrée 2014.

« Bâtiment à Energie Positive »

- 18 étudiants ont été admis à la rentrée 2014.



Effectifs des élèves

- Les effectifs des élèves de l'Ecole en 2014-2015 sont :

Année de formation	FI 1A	FI 2A	FI 3A	FI en prolong. d'études	Parcours aménagé	FCD1A + FCD2A + FCDD	FCD en prolong. d'études	InGHenia	ISPA	MS	Total	Attente condition TOEIC ou Etranger
Effectif	183	205	204	37	10	55	1	153	44	34	926	19

- A ceux-ci il faut ajouter les étudiants qui suivent une formation mais qui ne sont pas diplômés par l'Ecole :

- 18 étudiants étrangers en mobilité académique



Baptême des nouvelles promotions, en présence du parrain,
Etienne CORTEEL
Délégué Régional EDF Nord - Pas-de-Calais

- Le tableau suivant rassemble le nombre d'élèves diplômés par l'Ecole en 2014 et issus des différentes formations :

Nationalité	FI*	FCD*	InGHenia*	MS SMM, PPIB BEP	TOTAL
Français	185	8	33	15	241
Etrangers	41	16	9	20	86
TOTAL	226	24	42	35	327

- * FI : Formation Initiale
- * FCD : Formation Continue Diplômante
- * FCDD : Formation Continue Diplômante à Distance
- * MS : Mastère Spécialisé
- * SMM : Systèmes de Mesure et Métrologie
- * PPIB : Produits et Procédés de l'Industrie du Béton
- BE+ : Bâtiment à Energie Positive
- * InGHenia : Institut Polytechnique du Hainaut-Cambrésis



Remise des diplômes, en présence de **Christian STREIFF**
Vice-Président de SAFRAN et parrain des promotions

Placement des ingénieurs diplômés 2014

L'enquête 1er emploi de la Conférence des Grandes Ecoles (CGE) menée sur les promotions diplômées en 2013, dont le taux de réponse est de 79,9 %, montre que :

- Le taux net de placement à 6 mois est de 87,4 % (rapport entre le nombre d'ingénieurs ayant un emploi et celui égal à la somme des jeunes diplômés ayant un emploi et ceux en recherche d'emploi),
- 65,1 % de ceux qui ont un emploi l'avaient trouvé avant la sortie de l'école et 81,7 % sont en CDI,
- 13 % poursuivent des études,
- 2 % effectuent un VIE,
- 10,9 % sont en recherche d'emploi,

Les ingénieurs diplômés de Mines Douai travaillent majoritairement dans un grand groupe de plus de 500 personnes (79,8 %), ont des fonctions dans les domaines de la production (19,5%), de l'audit-conseil (14,9%), la Recherche et le Développement (11,5%) et de la qualité-sécurité (8%).

Les principales zones d'emploi sont l'Île-de-France (46,2%) et la Province (37,5 %). 17,3% des diplômés travaillent à l'étranger.

Il ressort de ces résultats un bon taux net d'emploi de l'ordre de 90%. Le salaire du premier emploi continue sa progression avec un salaire brut annuel moyen 40 K euros (France et étranger).

L'ensemble de ces résultats montrent le solide positionnement de l'école dans le monde économique.



Contacts

**Directeur
des Etudes et de la Formation**
Raymond CHEVALLIER
Tél. 03 27 71 20 25
raymond.chevallier@mines-douai.fr

Adjoint
Michel LECOMTE
Tél. 03 27 71 20 36
michel.lecomte@mines-douai.fr

Chargé de mission
Jean-Pierre HILLEWAERE
Tél. 03 27 71 20 45
jean-pierre.hillewaere@mines-douai.fr

**Service Formations
d'Ingénieurs Généralistes**
Georges CUIENGNET
Tél. 03 27 71 25 68
georges.cuiengnet@mines-douai.fr

**Service Formations
par Apprentissage**
Jean-Luc CAENEN
Tél. 03 27 71 20 28
jean-luc.caenen@mines-douai.fr

**Service
Stages et Cultures
Internationales**
Emmanuel DEQUEKER
Tél. 03 27 71 20 46
emmanuel.dequeker@mines-douai.fr

**Service Formation tout
au long d'une vie**
Jean-Luc CAENEN
Tél. 03 27 71 20 28
jean-luc.caenen@mines-douai.fr

**Centre de Ressources
Numériques et Documentaires**
Jean-Loup CORDONNIER
Tél. 03 27 71 20 75
jean-loup.cordonnier@mines-douai.fr

Ecole Supérieure de Métrologie
Jean-Paul SENELAER
Tél. 03 27 71 23 31
jean-paul.senelaer@mines-douai.fr



RECHERCHE ET TRANSFERT DE TECHNOLOGIE

Créés initialement pour doter l'Ecole d'un vivier d'enseignants-chercheurs proches du milieu industriel, les laboratoires de recherche ont évolué pour répondre aux besoins rencontrés par les entreprises et plus généralement la société. Au 1er janvier 2015, ce sont 261 personnes (permanents, post-docs et doctorants) qui participent aux activités de recherche et transfert de technologie.

Une recherche résolument partenariale

Un triple objectif

- Un haut niveau scientifique, reconnu par des publications et communications internationales, par des partenariats forts avec différents organismes de recherche, par l'importance de la formation par la recherche dans ses laboratoires et par l'organisation de conférences scientifiques.
- Des relations étroites avec l'industrie et les institutionnels, les activités de recherche de Mines Douai fondant leurs orientations sur des enjeux industriels ou sociétaux. Elles sont conduites en partenariat étroit avec le secteur économique, aussi bien avec des petites et moyennes entreprises que des grands groupes, sur financement direct ou institutionnel sur la base de projets en collaboration.
- Une implication forte dans la formation, pour assurer aux élèves l'adaptation permanente des enseignements dispensés à l'évolution rapide des techniques et sciences de l'ingénieur en permettant à ceux qui le souhaitent de compléter leurs connaissances par une formation à la recherche.

La reconnaissance par le label Carnot

Pour mener à bien ces activités de recherche partenariale, l'Ecole et Armines, structure de recherche contractuelle travaillant essentiellement avec les Ecoles des Mines, constituent par convention le Centre de Recherche, dans lequel les deux partenaires mettent des moyens en personnel et matériel.

La qualité et le professionnalisme de ce partenariat et des recherches conduites pour l'Industrie ont été reconnus le 16 mars 2006 par l'attribution du label d'« Institut Carnot » du Ministère en charge de la Recherche au groupe Armines – Ecoles des Mines. L'institut Carnot M.I.N.E.S. a pour objectif de renforcer de façon durable le transfert de connaissances et de compétences vers l'Economie dans nos domaines de recherche, et ceci dans la perspective d'une compétition mondiale. Cette labellisation reprise dans le Programme d'Investissements d'Avenir (PIA) a été reconduite pour 5 ans en 2011, l'institut Carnot M.I.N.E.S s'étant élargi à quelques laboratoires de l'ENSTA et l'Ecole Polytechnique gérés par Armines ainsi qu'à la totalité des laboratoires des Ecoles des Mines et aux Fondations et Fonds de dotation de celles-ci.

Il bénéficie pour cela d'un abondement de l'Agence Nationale de la Recherche. 3 nouvelles actions retenues pour le programme 2014 de l'Institut Carnot ont ainsi démarré fin 2014.

Le projet AVENE-PME (AVENir Energie PME) présenté par le Carnot MINES et le Carnot Energies du Futur (porté par le CEA) sur l'Appel à projets PME réservé aux instituts Carnot, ouvert en 2012 dans le cadre du PIA, a été retenu par l'ANR. Son objectif est d'accroître la compétitivité des TPE, PME et ETI dans le domaine de l'énergie en capitalisant sur l'expertise de ces 2 instituts Carnot. Ce projet comprend notamment la constitution d'un réseau de 8 Correspondants Support à l'Innovation commun aux deux instituts Carnot.

Chiffres de l'année

- 289 publications et communications dont 94 en revue avec comité de lecture et 11 participations à ouvrage
- 24 thèses et 3 HDR soutenues
- 7.8 M€ de chiffres d'affaires, dont 6.6 M€ de contrats de R&D
- 261 personnes au 01/01/2015 :
 - 73 docteurs dont 31 HDR
 - 85 ITA dont 34 ingénieurs
 - 81 doctorants et 22 post-docs

La formation doctorale

Mines Douai est partenaire de 2 des 6 écoles doctorales régionales : Sciences Pour l'Ingénieur et Sciences de la Matière, du Rayonnement et de l'Environnement. L'Ecole a obtenu en 2010 la co-habilitation à délivrer le diplôme de docteur dans le cadre de ces 2 écoles doctorales (ED). Elle est également co-habilitée pour quatre spécialités de master. Pour 2015, la co-accréditation est attendue pour le doctorat sur ces 2 Ecoles Doctorales et pour 4 mentions de master.

Au 1er janvier 2015, 84 doctorants étaient inscrits en thèse à l'Ecole, principalement sur ou en amont de problématiques industrielles, dont 42 sur financements externes (sur contrats, cifre, Région, autres partenaires dont les écoles des mines, Ademe, pays étrangers...).

Les enquêtes sur le placement des docteurs diplômés depuis 2002 ont confirmé les bonnes tendances observées précédemment. Les docteurs de Mines Douai trouvent leur premier emploi à près de 80% avant 6 mois et travaillent pour la moitié d'entre eux dans l'industrie.

Les thèmes de recherche

L'Ecole compte 5 Départements d'Enseignement et de Recherche. Leurs thèmes de recherche sont fortement orientés vers les enjeux du développement durable et sont les suivants :

Département Energétique Industrielle

- Thermique des composants et systèmes industriels
- Combustion industrielle et environnementale.
- Erosion éolienne de matières granulaires.

Département Génie Civil et Environnemental

- La valorisation de matières minérales (sous-produits, sédiments, sols pollués) pour les matériaux de construction (notamment béton, assises routières) tout en minimisant l'impact environnemental.
- La conception de matériaux de construction fonctionnels, intelligents et de performance ayant une durabilité maîtrisée.

Département Informatique et Automatique

- l'ingénierie à base de composants logiciels pour applications réparties et embarquées,
- les agents, l'adaptation et l'apprentissage,
- la modélisation et le suivi des systèmes évolutifs.

Département Sciences de l'Atmosphère et Génie de l'Environnement (SAGE)

- Caractérisation, sources et impacts des polluants atmosphériques.
- Réactivité des polluants : réactivité des polluants atmosphériques, traitement de l'air intérieur.

Département Technologie des Polymères et Composites & Ingénierie Mécanique

- Mise en œuvre des polymères, polymères multiphasés (alvéolaires ou mélanges de polymères ou polymères à renforts particuliers de type charges, fibres coupées, nanoparticules) et composites organiques structuraux (polymères à fibres continues).
- Fiabilité des structures mécaniques organiques, métalliques ou hybrides.

Centre d'Ingénierie et d'Innovation (Ci²)

L'école a créé à la rentrée scolaire 2012-2013 un Centre d'ingénierie et d'innovation (Ci²). Il s'agit d'un projet pédagogique permettant de former nos élèves à la prise en charge de projets innovants émanant de PME-PMI, grands groupes, organismes et associations.

Le Ci² contribue à la mission de développement économique de Mines Douai en soutenant les projets innovants d'entreprises et organismes. Il renforce ainsi l'image de l'Ecole dans le domaine de l'innovation et complétera la dynamique régionale créée autour de l'incubateur APUI. Pour cela, une plateforme technologique développée au cours du 1er semestre 2013 offre aux élèves la possibilité de numériser en 3D des pièces techniques, de les concevoir par ordinateur et de les produire dans différents matériaux, et d'y ajouter de l'électronique embarquée : cette notion d'ingénierie parallèle permet de passer du concept au prototype dans le temps le plus

court, et de traiter des problématiques de rétro-conception.

Dans ce cadre, 5 Projets Scientifiques et Techniques (PST) d'élèves ont été réalisés en 2014 par le Ci².

Réseaux, partenariats et politique de site

L'Institut Mines-Télécom¹

L'Ecole fait partie de l'Institut Mines-Télécom. Dans le domaine de la recherche, Mines Douai est très fortement impliquée dans l'Institut Carnot M.I.N.E.S. Elle est école rattachée à l'Institut Mines-Télécom qui a été créé le 1er mars 2012.

Cet institut, doté du statut d'EPSCP (« grand établissement »), rassemble 13 grandes écoles comptant près de 12 000 étudiants dont 1 700 doctorants et réalisant plus de 100 M€ de contrats de recherche.

La politique de site

L'Ecole est membre fondateur du Pôle de Recherche et d'Enseignement Supérieur Université Lille – Nord de France dont les statuts ont été signés début 2009. Conformément à la loi sur la Recherche de juillet 2013, ce PRES doit se transformer prochainement en Communauté d'Universités et d'Etablissements (COMUE) dont Mines Douai sera l'une des 2 écoles d'ingénieurs membre. L'Ecole s'implique activement dans la politique de site mise en œuvre dans la région, par :

- Son intégration dans les écoles doctorales, abordée précédemment.
- Son rôle actif dans la structuration de la recherche en région, présentée ci-après.
- Son implication dans 5 des 7 pôles de compétitivité de la région, au niveau de la gouvernance et par de nombreux projets de recherche et d'innovation : i-Trans (ferroviaire, pôle à vocation mondiale), MATIKEM (ex MAUD : Matériaux et applications pour une utilisation durable), Up-Text (Textiles haute performance), PICOM (Industries du Commerce) et TEAM2 (Technologies et environnement appliqués aux matières et matériaux),

1 - Mines Albi, Mines Alès, Mines Douai, Mines Nancy, Mines Nantes, Mines Paris, Mines Saint-Etienne, Télécom Paristech, Télécom Bretagne, Télécom SudParis, Télécom Ecole de management, Télécom Lille 1, Eurecom



- Sa participation à 1 pôle de compétitivité hors région (IAR – Industries & Agro-Ressources) et à 4 pôles d'excellence régionaux (MEDEE - Maîtrise de la demande d'énergie des entraînements électriques – CITC-Eur@RFID sur les technologies sans contact, Energies 2020 et BTP).

- La signature fin 2014 de la convention liant Mines Douai à la Société d'Accélération du Transfert de Technologies (SATT) NORD², en concertation avec ARMINES.

Par ailleurs, l'École participe au centre de recherche, de transfert de technologie et de formation IndustriLAB qui s'est installé en 2014 à Méaulte en Picardie.

La structuration de la recherche

L'École dispose de 4 partenariats scientifiques bilatéraux structurants pour ses départements :

- Le partenariat du département Sciences de l'Atmosphère et Génie de l'Environnement avec l'UMR CNRS PhysicoChimie des Processus de Combustion et de l'Atmosphère (PC2A) de l'Université des Sciences et Technologies de Lille dont la convention a été signée début 2011.

- L'intégration début 2011 du département Génie Civil et Environnemental au sein du Laboratoire Génie Civil et géo-Environnement (LGCgE), ce laboratoire comportant désormais 4 centres rattachés à l'Université d'Artois, l'Université de Lille 1, l'Université Catholique de Lille et l'École.

- La convention entre l'École et l'ENSAIT pour une collaboration entre notre département TPCIM et leur laboratoire GEMTEX.

- La convention entre l'École et l'INRIA Lille Nord Europe pour une collaboration entre notre département IA et leur équipe RMOD, signée en 2011.

L'École est membre de 5 groupements d'intérêt scientifique :

- L'Institut de Recherche en ENvironnement Industriel, créé en 2006 et associant l'Université des Sciences et Technologies de Lille, l'Université du Droit et de la Santé de Lille, l'Université du Littoral Côte d'Opale, l'Université d'Artois, le CNRS et l'École.

- Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air, GIS créé en 2005 par l'INERIS, le LNE et l'École.

- Le GIS Sites, Sols et Sédiments Pollués, créé le 16 février 2007 entre le BRGM, l'INERIS, l'Institut Scientifique de Service Public (Liège / Colfontaine), le Centre technologique international de la Terre et de la Pierre (Tournai) et l'École. Courant 2010, ce GIS a intégré comme nouveaux membres l'USTL et l'Université de Mons.

- Le GIS Matériaux Textiles Avancés en association avec l'ENSAIT, HEI, l'ENSCL et l'Institut Pasteur de Lille mis en place en 2009. Ce GIS est adossé au pôle de compétitivité UP Tex.

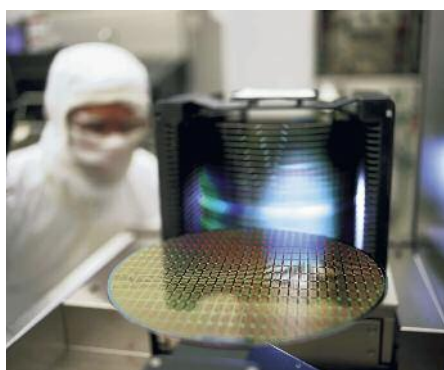
- Le Groupement de Recherche en Automatisation Intégrée et Systèmes Hommes – Machines (GRAISyHM), GIS créé en 2011.

Elle est également membre du Campus International Sécurité et Intermodalité des Transports (CISIT), du Groupement Régional pour la Recherche sur les Transports (GRRT).

L'École est intégrée à la Fédération de Recherche 4123 sur les Biomatériaux et Dispositifs Médicaux Fonctionnalisés (BDMF) regroupant 12 laboratoires de recherche issus d'universités et écoles d'ingénieurs régionales, du CNRS, de l'INSERM ainsi que cinq équipes cliniques du CHRU de Lille.

La mise en place du PRES Université Lille Nord de France, qui va se transformer début 2015 en une communauté d'universités et d'établissements (COMUE Lille Nord de France) dans le cadre de la loi sur la recherche de 2013, conduit par ailleurs à d'autres restructurations en vue dans le cadre des politiques nationales Campus d'Excellence et du Programme d'Investissements d'Avenir (détails au point suivant) notamment

Reims Champagne-Ardenne (URCA), le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) et la Caisse des Dépôts et Consignations (CDC)



Implication de l'Ecole dans le Programme d'Investissements d'Avenir (PIA)

Dans le cadre du Programme d'Investissement d'Avenir, l'Ecole participe aux projets labellisés suivants :

- « CaPPA » : Laboratoire d'Excellence dans le domaine des Physiques et de la Chimie de l'Environnement Atmosphérique.
- « IFMAS » : Institut pour la Transition Energétique (ex Institut d'Excellence en Energie Décarbonnée - IEED) dans le domaine des matériaux biosourcés.
- « RAILENIUM » : Institut de Recherche Technologique (IRT) dans le domaine du transport ferroviaire.
- « RIC » : Plate-Forme Mutualisée d'Innovation (PFMI) Retail Innovation Center, une plate-forme d'innovation dédiée au commerce du futur, portée par le PICOM.
- « FIABILIN » Projet de R&D Structurant des Pôles de Compétitivité (PSPC) sur 'l'industrialisation des composites thermoplastiques bio-sourcés hautes performances à renfort en fibres de lin : contribution à l'émergence d'une filière du lin technique dédiée en France', co-labelisé par les pôles Mov'éo et EMC2.
- « SINFONI » PSPC sur la 'structuration d'une filière fibres végétales techniques (lin, chanvre) à usage matériaux', co-labelisé par les pôles de compétitivité IAR, Fibres, Techtera et UP-TEX.

Au sujet d'IFMAS on peut noter qu'en 2014 l'accord de la Commission Européenne sur son financement a été obtenu ce qui a conduit à l'arrivée des fonds et donc à l'embauche par IFMAS de doctorants, post-doctorants ainsi que l'achat d'équipements, dont une partie est installée à Mines Douai.

International

L'Ecole entretient des relations privilégiées avec plusieurs centres de recherche internationaux :

- Federal University of Espirito Santo (Brésil), Ecole de Technologie Supérieure de Montréal (Canada), Labanese International University à Beyrouth (Liban) en Energétique Industrielle.
- U. Sherbrooke (Canada), TU Delft (Pays-Bas), U. Hohai (Chine) en Génie Civil et Environnemental.
- U. Polytechnique de Catalogne à Barcelone (Espagne), U. Maastricht et Centrum voor Wiskunde en Informatica (Pays Bas), Institut Francophonie pour l'Informatique (Vietnam), Massachusetts Institut Of Technology et John Hopkins University (USA) en Informatique et Automatique.
- Ecole Militaire Polytechnique d'Alger, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Faculty of Physical Chemistry of University of Belgrade, National Academy of Sciences of Ukraine (Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry), Laboratoire de Référence Européen de Pollution de l'Air (ERLAP- Ispra Italie), Auckland University (School of Chemistry), Indiana University (School of Public and Environmental Affairs), Université de Liège, (Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, Gembloux Agro-Bio Tech), Université Iasi (Roumanie), Université de Batna (Algérie), Université de Varsovie (Département de Chimie), AQUILA (Air QUALity Laboratories Association), Paul Scherrer Institut, Indian Institute of Technology (Hyderabad). en

Sciences de l'Atmosphère et Génie de l'Environnement.

- RWTH Aachen (Allemagne), Université de Mons-Hainaut et Université de Louvain-la-Neuve (Belgique), Université de Sao Paulo (Brésil), Université de Tsinghua (Chine), Universidad de Zaragoza (Espagne), Imperial College London (Grande-Bretagne), Université de Budapest (Hongrie), Indian Institute of Technology de Delhi (Inde), Kyoto Institute of Technology (Japon), University of Auckland (Nouvelle Zélande), Université de Timisoara (Roumanie), Ecole Supérieure des Industries Alimentaires de Tunis (Tunisie), Ecole Supérieure de Communication et de Transport de Hanoï (Vietnam), University of Delaware (USA) en Technologie des Polymères et Composites & Ingénierie Mécanique.

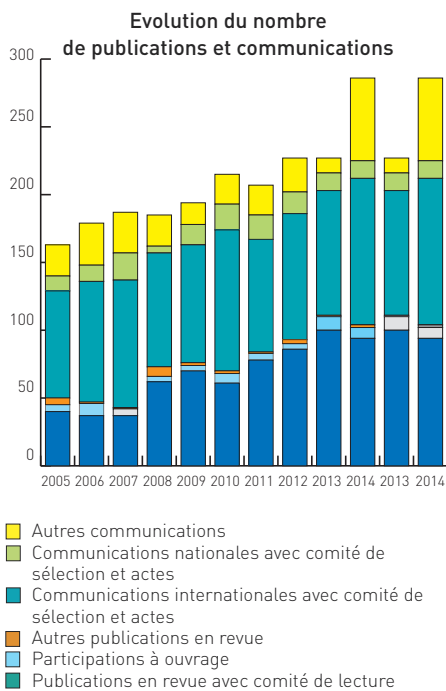
Sont organisés principalement des échanges de chercheurs, des actions concertées de recherche et l'accueil de doctorants et masters.

Activités scientifiques et contractuelles

Principaux résultats académiques

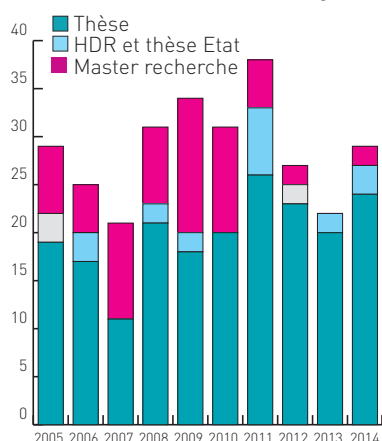
En 2014, les travaux de recherche conduits à Mines Douai ont donné lieu à 289 publications et communications, dont 94 articles dans des revues avec comité de lecture (soit un ratio de 1.38 par docteur) et 8 participations à ouvrage.





24 thèses et 3 HDR ont été soutenues en 2014. 2 de nos étudiants ont obtenu un master Recherche en dernière année. 18 étudiants universitaires ont effectué leur stage de Master recherche dans les laboratoires de l'Ecole. Par ailleurs 27 nouveaux doctorants ont été recrutés sur l'année universitaire 2014/2015.

Evolution du nombre de thèses, HDR et masters recherche d'élèves-ingénieurs



Evaluation de la recherche

L'Ecole a soumis 4 Unités de Recherche (UR) internes à l'évaluation (vague E) de l'AERES fin 2013 :

- UR IA (Département Informatique Automatique hors centre de ressources en ingénierie et développement).

- UR EI (Département EI).
- UR SAGE (Département SAGE).
- UR TPCIM (Département TPCIM).

Le département GCE a été évalué par l'AERES au travers de l'UR LGCgE (Laboratoire Génie Civil et géo-Environnement), UR mixte à 4 établissements (Université Artois, Université Lille 1, Université Catholique de Lille et Mines Douai).

Les audits se sont déroulés en octobre-novembre 2013. Les rapports d'évaluation sont disponibles sur le site du HCERES (Haut Conseil à l'Evaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur qui a succédé à l'AERES) à l'adresse : <http://www.hceres.fr>

Dans le cadre de cette vague E d'évaluation de l'AERES, le département SAGE est aussi concerné par la structure fédérative IRePSE (Institut de Recherches Pluridisciplinaires en Sciences de l'Environnement).

Projets de recherche emblématiques

Les projets retenus dans le cadre du PIA ont été mentionnés aux points 1.b et 2.d. Les autres nouveaux contrats de recherche les plus significatifs pour l'année 2014 sont présentés ci-après.

Deux contrats ANR étaient actifs en 2014 :

- NUMTISS, labellisé par le pôle de compétitivité UP-Tex, retenu au programme MatetPro sur la modélisation du procédé de tissage des renforts fibreux.
- ECOREB, piloté par l'Institut pour la Recherche appliquée et l'EXpérimentation en génie civil (IREX), sur l'Influence de l'humidité des granulats recyclés sur le comportement à l'état frais et durcissant des mortiers et des bétons (en partenariat avec Mines Alès).

Un projet de recherche et d'innovation a démarré en 2014 dans le cadre des pôles de compétitivité :

- Le projet ACCUM, porté par Stratiforme Industries, labellisé par i-Trans, sur l'armement caténaire en matériau composite mono-composant.

Ceci porte le nombre de projets labellisés par les pôles et actifs en 2014 à 15.

Dans le domaine des sédiments, Mines Douai participe avec des acteurs régionaux au projet Sédimatériaux, démarche fédérative à l'échelle nationale ayant pour ambition d'apporter une réponse adaptée

à la problématique de la gestion et de valorisation terrestre des sédiments de dragage portuaires et fluviaux. Il vise notamment à proposer aux gestionnaires des zones maritimes et fluviales des outils opérationnels de gestion des sédiments et à faire émerger et conforter au niveau national de nouvelles filières économiques de traitement et de gestion des sédiments dans un cadre environnemental maîtrisé.

Une chaire sur l'économie circulaire des sédiments (ECOSÉD) a été lancée en avril 2014. Les industriels associés à ECOSÉD sont : Colas, Holcim, EDF, Carrières du Boulonnais, Néo-Eco et ARF. Cette chaire est également soutenue par des structures publiques : Etat (via le MEDDE), Région NPdC, Conseil Général du Nord, LMCU et VNF.

Concernant le 7ème PCRD, 6 projets étaient actifs en 2014 avec :

- Le projet DEFI-VOC du programme FP7/PEOPLE-2011/CIG qui a pour objectif de développer un outil analytique original et de le déployer sur le terrain pour mesurer les espèces organiques gazeuses, caractériser leurs sources et identifier d'autres espèces qui interviennent dans les schémas réactionnels atmosphériques.
- Le projet INFUCOMP sur la simulation de la fabrication de pièces en composites.
- le projet MAPICC3D coordonné par l'ENSAIT a été retenu fin 2010 et a débuté début 2012 sur de nouvelles technologies de fabrication de préformes textiles 3D destinées au renforcement des composites structuraux.
- le projet MADMAX sur l'utilisation de textiles avancés pour le renforcement structural de pièces dans des applications nécessitant un faible poids
- Les 2 contrats ERA-NET CrossTexNet sur le développement de systèmes polymères multifonctionnels : HYDRAX et SUFRENOV, ce dernier étant piloté par Mines Douai.

Dans le cadre du programme Interreg IV, 3 contrats étaient actifs en 2014 :

- SETARMS : valorisation des sédiments marins aux travers de techniques de traitements durables et environnementales.
- GeDSeT : gestion des sédiments transfrontaliers, projet de recherche cofinancé également par la Région, l'Etat, l'ADEME et VNF.
- PRISMA : traitement et valorisation des sédiments de dragages fluviaux en génie civil.

Par ailleurs, dans le cadre du programme 2014 de l'Institut Carnot, 3 nouvelles actions ont démarré fin 2014. Parmi celles-ci, le département TPCIM est pilote d'une action nationale impliquant 4 écoles des Mines autour de la fabrication additive.

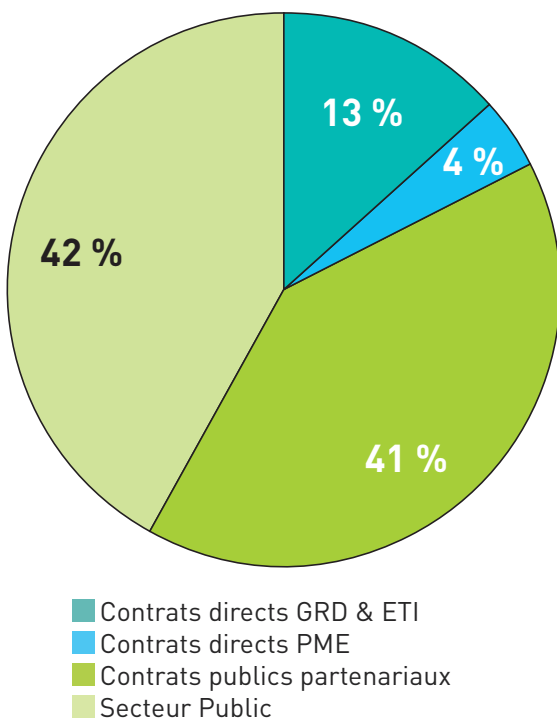
Outre les projets évoqués précédemment sur financement public, plusieurs contrats financés directement par des industriels peuvent être cités :

- Une thèse CIFRE avec VALEO sur l'intensification passive des échanges thermiques par production et gestion optimisées d'écoulements secondaires.
- Une thèse CIFRE avec ARC International sur l'optimisation de l'efficacité de transferts thermiques (sujet précis confidentiel).
- Une thèse CIFRE avec TERA sur le développement d'un capteur passif pour la mesure des COV.
- Une thèse CIFRE avec le CETIM sur la mise en œuvre de résine polyamide fluide pour fabriquer des pièces de forme complexe en composite thermoplastique.
- Une thèse CIFRE avec SOLVAY sur la valorisation de sédiments traités (codirection avec Mines Albi).
- Une thèse avec l'institut technologique du froid INNOCOLD sur le vieillissement accéléré de matériaux métalliques soumis à des sollicitations thermiques et mécaniques.

Activités contractuelles

L'activité contractuelle est essentiellement réalisée par les 5 départements d'enseignement et de recherche de Mines Douai qui sont labellisés par J'innove en Nord – Pas de Calais depuis 2008 comme Centre de Ressources et d'Expertises Scientifiques et Technologiques (CREST).

Ventilation CA R&D 2014 par type de contrat



NB : hors activités de prestations et aides à la création d'entreprises

Le chiffre d'affaire réalisé en 2014 s'élève à 7.8 M€ H.T dont 6.6 M€ HT de contrats de R&D, en très grande partie réalisé via Armines (cf 1.b).

Articles dans revues avec comité de lecture de personnels non rattachés à un département

- A. ZOUKEL, L. KHOUCHAF, J. DI MARTINO, D. RUCH, Interfacial energy-dispersive spectroscopy profile X-ray. Resolution measurements in variable pressure SEM, Microscopy and Microanalysis, Vol 20, N°5, pp 1565-1575, OCT 2014. DOI: 10.1017/S1431927614001676
- A. ZOUKEL, L. KHOUCHAF, The secondary X-ray fluorescence and absorption near the interface of multi-material : Case of EDS microanalysis, Micron, Vol 67, pp 81-89, DEC 2014. DOI: 10.1016/j.micron.2014.06.009



Contacts

Directeur délégué à la recherche
Alain DE METS
 Tél. 03 27 71 21 46
alain.de.mets@mines-douai.fr
 Chargé de missions
Emmanuel LEMELIN
 Tél. 03 27 71 21 43
emmanuel.lemelin@mines-douai.fr

CREATION D'ENTREPRISES

Présentation du dispositif APUI

Missions de l'incubateur APUI

Créé en 1984, l'incubateur APUI s'adresse à toute personne qui, avec des compétences techniques solides, a pour projet de créer une entreprise à partir d'une idée comportant une innovation technologique.

Son objectif est de faciliter les premières étapes de la création d'entreprise, aussi bien sur le plan technique que pour l'établissement d'un plan d'affaires (aspects commerciaux, économiques, financiers, juridiques) et pour la recherche des contacts industriels et financiers nécessaires.

APUI est un incubateur généraliste, recherchant des projets technologiques et innovants, de préférence dans le domaine de l'environnement et de l'énergie.

Moyens mis à disposition des porteurs de projet

- Un suivi personnalisé est assuré par l'équipe de l'incubateur qui permet aux porteurs de projet l'accès aux différents dispositifs institutionnels, économiques et relationnels.

- Les porteurs ont à leur disposition tous les moyens techniques et documentaires de Mines Douai : assistance du Centre de Recherche et des Services Techniques, soutien des élèves ingénieurs de l'Ecole et des étudiants d'établissements partenaires.

- Des ressources logistiques importantes sont à leur disposition : bureaux, salles de formation et de réunion, secrétariat, moyens informatiques et de communication.

- Des formations qualifiantes ou diplômantes et conseils sur mesure sont assurés par des professionnels du domaine (à hauteur de 40 jours de séances de travail encadrées). L'offre de formation générale ou technique de Mines Douai et de ses partenaires leur est également ouverte.

- Différentes sources de financements des projets peuvent être sollicitées.



Partenaires de l'incubateur

Dans le cadre de prestations étudiantes pour compte de porteurs :

- Université de Valenciennes (licence technico - économique), pour la réalisation d'études de marché.
- L'Université Catholique (FLD) pour les prestations juridiques;
- RUBIKA à Valenciennes pour les études de Design.
- Les écoles et facultés régionales, pour des expertises techniques et des études de marché.

Autres partenaires avec lesquels une convention a été signée :

- Le pôle énergie 2020, le pôle d'excellence MEDEE, le Cd2e et la CAD pour les projets technologiques dans le domaine de l'environnement et de l'énergie.
- Le réseau des Ruches pour l'accueil des sociétés issues de l'incubateur.
- La Mairie de Grande Synthe pour la réalisation de sites expérimentaux.
- L'incubateur Energie à Dunkerque.
- La Faculté Libre de Droit (FLD), en association avec le cabinet d'avocats SHBK.

Nouveau partenariat conclu en 2014 :

- Les BGE (alias Boutiques Gestion Entreprises)

Pour le financement de l'incubateur : Conseil Général du Nord, Communauté d'Agglomération du Douaisis, Union Européenne (FSE).

Pour le financement des projets : BPI FRANCE - Innovation, Douaisis Initiative, Réseau Entreprendre Grand Nord.

Chiffres de l'année

- 69 projets accompagnés dont 43 en incubation.
- 3 sociétés créées (Atlas Energie, Unéole et 2DSystèmes).
- Depuis 2003, 50 sociétés créées, 43 en activité et plus de 200 emplois générés.
- 23 bureaux.
- 7 cadres et 1 secrétaire.
- Budget de 1,127 M€.

Activités menées durant l'année 2014

Déploiement de l'offre aux porteurs de projet

En 2014, le déploiement de l'offre personnalisée d'accompagnement (formations, conseils, expertises commerciales et technologiques) s'est enrichi par la mise en service du logiciel d'auto-formation managériale à destination des porteurs de projets innovants (ULYS).

Des porteurs et entreprises ont été primés lors de différents concours nationaux ou internationaux :

1 - M. Kach qui porte un projet de réduction de la consommation d'énergie pour les systèmes de ventilation et aspiration, est lauréat du concours METHA Europe de Monaco,

2 - M. Wils est lauréat de la 14ème édition du concours de l'entreprise exemplaire et innovante (C2EI) décerné par la Jeune Chambre Economique Française, pour son projet d'hydrovoile,

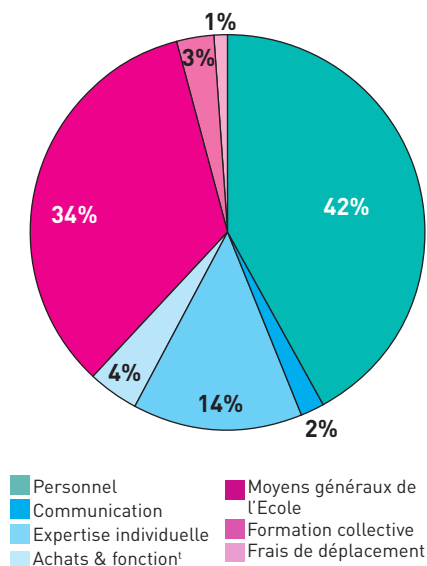
3 - M. Assea dont le projet de fabrication de briques est accompagné par APUI, remporte le 1er prix au concours ABC INNOVATION (African Business Club Innovation créé en 2003 à l'initiative de l'ESCP Europe est aujourd'hui un réseau d'élite de l'Afrique de demain). La sélection s'est effectuée parmi plus de 60 dossiers,

4 - le projet Elamp outil collaboratif d'échanges, est lauréat de la 7ème édition du concours MIND & MARKET (soutien des projets entrepreneuriaux innovants dans leur accès au marché) qui s'est tenu à Tournai en novembre 2014. Ce projet est porté par une équipe de 3 ingénieurs de Mines Douai, promo 2013.

5 - VOILEO dirigée par M. Damageux reçoit le prix du projet innovant en phase de maturation, pour son éolienne à voiles, au concours national de la création d'entreprise construction durable organisé par le technopôle DOMOLANDES,

6 - STATION ENERGY Ivoire dirigée par M. Castel reçoit le prix ORANGE de l'entrepreneur social. Cette entreprise propose des solutions innovantes pour répondre aux problématiques d'accès à l'énergie et à ses usages dans les zones isolées des pays subsahariens

Budget 2014 consolidé de l'incubateur



Développement de partenariats et actions de communication

La newsletter d'APUI « Entreprendre Durable » lancée en 2009 est diffusée au niveau national par le biais d'un magazine spécialisé en environnement.

APUI a participé à de nombreux salons régionaux, nationaux et internationaux : Créer, Salon EVER, le salon des Maires, etc.

La réalisation de films de présentation des projets issus de l'incubateur et des porteurs de projets se poursuit. Les films sont consultables sur le site <http://atip-audiovisuel.fr/APUI/>

Faits marquants

Parmi les 69 projets accompagnés en 2014, les temps forts sont les suivants :

- Création de 3 sociétés :

- Le projet de M. Gaëtan Velu (diplômé de Mines Douai promo 2011) consiste en la réalisation d'études réglementaires notamment en proposant des Diagnostics de Performances Energétiques (DPE) L'entreprise ATLAS ENERGY créée en mars 2014, via l'innovation SIGED, se positionne sur le marché des bureaux d'études spécialisés en domotique (peu répandu à ce jour), et allie confort et performance énergétique.

- Le projet de M. Quentin Dubrulle réside en la création et le développement du micro-éolien. La société UNEOLE créée en juillet 2014 développe une gamme d'éoliennes individuelles éco conçues et un suivi de la consommation électrique avec des conseils pour réduire cette dernière.

- Le projet de M. Nicolas Golos permet une maintenance préventive du matériel frigorifique de moyenne puissance à destination des artisans. La société 2D SYSTEME créée en octobre 2014 assure également des prestations de conseil auprès d'entreprises.

- Accueil de 6 nouveaux projets en incubation, il s'agit des projets de :

- M. Mondo, projet Humanbet sur l'analyse du bien être en milieu professionnel ;
- M. Masse, projet de moto électrique ;
- M. Rennuit, ingénieur de Mines Douai, promotion 2002, dont le projet est de réa-

liser un robot pour le BTP ;

- MM. Staelen, Habbani et Lelief dont le projet est de réaliser une place de marché virtuelle ;

- Mme Allain et MM. Guillozet et Magnier, élèves ingénieurs de Mines Douai en 2ème année. Leur projet réside dans une application pour les personnes mal voyantes ;

- MM. Essono et Klusch qui souhaitent créer une filière de récupération et retraitement des déchets ménagers.

- Forte croissance à l'international pour la société Station Energy.

- 10 des 43 projets incubés sont portés par les personnes originaires d'autres régions que le Nord - Pas-de-Calais (soit 23%).

- Organisation en mars 2014 du 1er concours METHA Europe avec l'ensemble des incubateurs des Ecoles des Mines.

- Mise en service du logiciel d'auto-formation managériale pour porteurs de projets innovants (ULYS).

- 8 des 42 projets incubés sont portés par des personnes originaires d'autres régions que le Nord - Pas-de-Calais (soit 19%).

Contact

Responsable de l'incubateur

Patrick TIBERGHEN

Tél. 03 27 71 21 41 ou 21 42

patrick.tiberghien@mines-douai.fr

Responsable

administratif et financier

Isabelle DE AMORIN

Tél. 03 27 71 24 40

isabelle.de.amorin@mines-douai.fr

Chargés d'affaires

Valérie BACHELET

Tél. 03 27 71 54 06

valerie.bachelet@mines-douai.fr

Isabelle FERLIN

Tél. 03 27 71 24 07

isabelle.ferlin@mines-douai.fr

Philippe LEBON

Tél. 03 27 71 23 44

philippe.lebon@mines-douai.fr

Luc MOUSSET

Tél. 03 27 71 23 48

luc.mousset@mines-douai.fr

ACTIVITES DES DEPARTEMENTS

• Energétique Industrielle	41
• Génie Civil et Environnemental	55
• Informatique et Automatique	63
• Sciences de l'Atmosphère et Génie de l'Environnement	77
• Technologie des Polymères et Composites & Ingénierie Mécanique	91

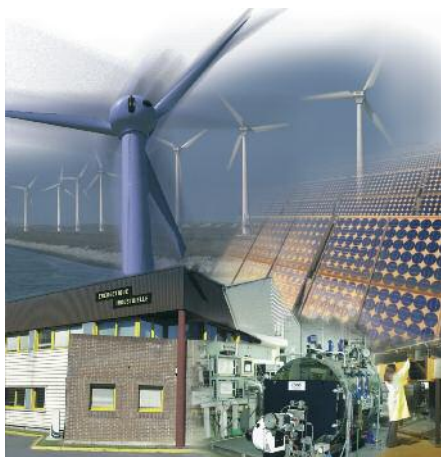


DEPARTEMENT ENERGÉTIQUE INDUSTRIELLE

L'efficacité énergétique, l'utilisation rationnelle des énergies fossiles et des matières premières ainsi que le développement de procédés efficaces et plus neutres en termes de rejets de gaz à effet de serre correspondent à des besoins d'innovations industrielles très forts s'inscrivant pleinement dans le cadre de la transition énergétique.

Le Département Energétique Industrielle (DEI) contribue à apporter des connaissances nouvelles et des innovations dans ces domaines par ses activités de recherche académiques et partenariales ainsi que par les formations dispensées aux élèves ingénieurs.

La recherche, à Mines Douai et au Département Energétique Industrielle s'est développée à partir de 1987. Les relations industrielles mises en place et l'arrivée de jeunes docteurs ont constitué les ingrédients de ce développement qui permettent au département de répondre, aujourd'hui, aux trois missions qui sont les siennes : l'enseignement, la recherche et le transfert de technologie.



Présentation

L'énergie est une composante centrale de notre niveau de vie et de la compétitivité de notre économie. Il est à l'heure actuelle clairement mis en exergue, et en particulier par l'Agence Internationale de l'Energie, que le potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon

2030 repose sur les améliorations à mener en matière d'efficacité énergétique ($\approx 30\%$) et sur les gains obtenus en termes de rendement de combustion des principales sources énergétiques d'origine fossile ($\approx 30\%$). L'identification de ces leviers revêt une importance toute particulière dans le monde socio-économique actuel notamment au regard des objectifs contraignants fixés par les pouvoirs publics en termes d'augmentation de la part d'énergie renouvelable dans le mix énergétique (+ 20 % d'ici à 2020), d'amélioration de l'efficacité énergétique (+ 20 %) et de réduction des émissions de gaz à effet de serre (- 20 %).

Actuellement, le secteur industriel représente à lui seul près de 28 % de la production énergétique consommée en France et est responsable d'environ 23 % des émissions de CO₂. Une large part (environ 70 %) de cette énergie finale utilisée est destinée à couvrir des besoins de chaleur (chaudières, fours, séchage, chauffage, etc.). Le potentiel d'économie d'énergie dans le secteur industriel est estimé à 20 % de l'énergie consommée notamment sur les fours et les centrales, ce qui passe entre autre par l'optimisation des systèmes et des composants. L'amélioration de l'efficacité énergétique des systèmes industriels, l'utilisation rationnelle de l'énergie et la limitation de la pression portant sur les ressources naturelles (énergies fossiles et matières premières) représentent par conséquent des enjeux majeurs pour les années et décennies à venir, enjeux indissociables de l'impact des systèmes et procédés industriels sur l'environnement.

Les travaux de recherche du département s'inscrivent par conséquent pleinement dans ce cadre et intègrent de fait ces différents enjeux.

Thèmes de recherche et formations

Recherche

Dans le contexte général évoqué ci-dessus, le secteur de l'énergie est confronté à deux enjeux techniques centraux guidant les stratégies d'évolution des systèmes énergétiques :

- l'épuisement programmé des réserves naturelles en combustibles fossiles,
- la nécessité de rationaliser l'utilisation

de l'énergie et de limiter les impacts environnementaux associés à sa production.

La réflexion menée dans le cadre de la préparation de l'unité de recherche à l'évaluation menée par l'AERES au cours du dernier semestre de l'année 2013 a conduit à proposer un recentrage progressif des actions de recherche du département sur deux thèmes majeurs :

- Combustion Industrielle et Impacts Environnementaux
- Thermique des Composants et Systèmes Industriels

Ces deux thèmes de recherche et les actions qui y sont menées constituent deux composantes centrales de la transition énergétique systématiquement mentionnées dans tous les scénarii, à savoir l'efficacité énergétique et l'utilisation d'énergies renouvelables intégrant notamment les combustibles biosourcés. De plus, ces deux aspects contribuent à la limitation des émissions de gaz à effet de serre ce qui constitue un autre enjeu essentiel indissociable de la transition énergétique.

Combustion Industrielle et Impacts Environnementaux :

Parmi les différentes sources d'énergie fossile couramment employées à l'échelle industrielle, les combustibles solides (charbon, bois) et liquides (carburants moteurs, biocarburants) impliquent, de par leur complexité intrinsèque, que des recherches approfondies soient menées en vue de mieux appréhender les mécanismes physico-chimiques et les cinétiques associés à leur oxydation. Par conséquent les recherches développées au département visent à :

- améliorer les connaissances relatives aux processus physico-chimiques d'oxydation de combustibles divers en ayant recours pour cela à des bancs d'essais de laboratoire représentatifs, autant que faire se peut, de configurations industrielles génériques,
- étudier des modes de combustion novateurs faiblement émetteurs de CO₂ ou facilitant son captage tels que l'oxycombustion,
- modéliser les données expérimentales obtenues en vue d'améliorer le caractère prédictif des outils de calcul numérique.

L'objectif de telles recherches est ainsi de permettre à terme d'optimiser les performances énergétiques des foyers industriels tout en limitant les émissions polluantes qui y sont associées.

Thermique des Composants et Systèmes Industriels : L'amélioration de l'efficacité énergétique des systèmes de transfert de chaleur et des composants industriels mis en œuvre à cet effet implique, dans la majorité des situations réelles, une amélioration des performances associées aux écoulements caloporteurs tout en tenant compte des interactions conducto-convectives au niveau des surfaces d'échange. Les matériaux mis en œuvre et leurs caractéristiques thermiques constituent en outre une composante importante dont il faut tenir compte, notamment au regard de la rationalisation des quantités de matières premières nécessaires à la fabrication des composants industriels (ceci ayant un double enjeu à la fois économique et environnemental). Au regard de critères économiques, les méthodes passives d'accroissement des performances de transfert des écoulements représentent les solutions les plus pertinentes. Les recherches menées en partenariat très étroit avec le monde industriel (2 thèses CIFRE en cours en 2014 et un contrat FUI) visent à améliorer et optimiser l'efficacité des systèmes de transfert de chaleur en mettant en œuvre des solutions passives innovantes impliquant le contrôle et la manipulation des écoulements tout en intégrant la prise en compte des couplages conducto-convectifs ainsi que les interactions fluide-structure. Les principaux développements portent ainsi sur l'optimisation (de forme et topologique) et sur l'étude des transferts thermiques et des propriétés de mélange associés aux méthodes passives-dynamiques de contrôle des écoulements. Ces deux thèmes sont associés à des avancées scientifiques importantes et possèdent un potentiel applicatif très significatif. Les recherches sont appliquées notamment à l'optimisation des échangeurs de chaleur et à la caractérisation de la fatigue thermique des matériaux.

Une troisième activité de recherche porte sur l'**Erosion Eolienne de Matières Granulaires**. Ces travaux visent à améliorer la quantification et à limiter l'impact environnemental des émissions diffuses de particules liées à l'érosion éolienne de tas de stockages de matières granulaires telles que des charbons ou des minerais divers sur sites industriels. Le recentrage progressif des activités de recherche du département sur les deux thèmes décrits ci-dessus conduit actuellement à un arrêt progressif des activités menées dans ce domaine.

Les démarches scientifiques adoptées au DEI sont basées sur le développement conjoint d'approches expérimentales et numériques. Ces deux approches sont largement complémentaires et les développements opérés dans ces deux directions sont riches d'interactions et de connaissances nouvelles. Par ailleurs, une partie des recherches développées au département est conduite en amont des problématiques industrielles et a de fait une vocation prospective et exploratoire. Une part significative des activités de recherche est de surcroît menée dans le cadre de contrats pluriannuels en partenariat étroit avec l'industrie.

Le Département Energétique Industrielle contribue enfin ponctuellement au soutien de porteurs de projets accompagnés par l'incubateur technologique de l'Ecole des Mines de Douai (APUI).

Formations

Les formations proposées dans le domaine énergétique sont, depuis plusieurs années, fortement demandées par les élèves au

moment du choix d'option qu'ils doivent opérer. L'option « Génie Energétique » intègre, après une formation de base en Majeure Energétique, les enseignements nécessaires aux métiers liés à la production, la maîtrise et l'utilisation rationnelle de l'énergie dans l'industrie et le secteur tertiaire. Les métiers exercés par les ingénieurs diplômés couvrent l'ingénierie, l'exploitation, la gestion des installations dans les différents domaines suivants :

- Chauffage et climatisation
- Production thermique
- Réseaux de chaleur et UJOM pour les collectivités territoriales
- Production et gestion d'énergie et de fluides pour l'industrie
- Efficacité énergétique dans le bâtiment

Pour exercer pleinement ces différentes missions, l'ingénieur s'appuie sur des bases scientifiques incluant, entre autre, les transferts de chaleur, la mécanique des fluides, la thermodynamique, la combustion ainsi que le traitement du signal. Il s'appuie par ailleurs également sur des enseignements d'application parmi lesquels on retrouve l'énergétique des machines, la simulation numérique (Star-CCM+), le chauffage, la climatisation et la maîtrise de l'énergie. La formation dispensée par l'option est pleinement complétée par le stage ingénieur adjoint effectué en avant dernière année d'études et le projet de fin d'études.

Le Département Energétique Industrielle a complété la formation proposée aux étudiants par l'ouverture, en 2009, d'une option dédiée au « Bâtiment à Energie Positive ». Le bâtiment est très largement identifié comme l'un des secteurs prioritaires sur lequel agir en matière de rationalisation d'utilisation de l'énergie. Il correspond à plus de 40 % de la consommation énergétique totale. Un besoin important de formations spécifiques des cadres du secteur est nécessaire à la transformation des professions associées au bâtiment. Depuis 2011, le nombre d'étudiants suivant cette option a été consolidé et le mode de fonctionnement de cet enseignement commun avec Mines Albi a été adapté de sorte que les étudiants de Douai et d'Albi restent désormais dans leurs écoles respectives (ils étaient antérieurement regroupés à Douai). De nombreux cours sont ainsi dispensés par visioconférences multi-sites (l'intervenant pouvant être ailleurs qu'à Douai ou Albi).

Enfin, un Mastère Spécialisé (MS) en « Bâtiment à Energie Positive » (BE+) est proposé à Mines Douai en partenariat avec Mines Albi. Ouvert en 2011 après avoir obtenu son accréditation en 2010, cette formation repose également sur de nombreux cours dispensés par visioconférences multi-sites.



Effectifs

En 2014, le département comptait 25 personnes :

- 7 enseignants-chercheurs, 2 ingénieurs d'étude
- 2 secrétaires, 1 opérateur
- 11 doctorants
 - 1 thèse cofinancée par la Lebanese International University et codirigée par le Laboratoire de Thermocinétique de Nantes (UMR CNRS 6607),
 - 2 thèses dirigées par le Laboratoire de Thermocinétique de Nantes (UMR CNRS 6607) dont l'une est financée et l'autre cofinancée par la Lebanese International University,
 - 1 thèse réalisée en cotutelle avec l'Ecole de Technologie Supérieure de Montréal (ETS) et bénéficiant d'un cofinancement de la Chaire de Recherche Industrielle en Technologies de l'Energie et en Efficacité Energétique (t3e),
 - 1 thèse réalisée en partenariat avec l'Ecole de Technologie Supérieure de Montréal et bénéficiant d'un financement des Fonds de Recherche du Québec Nature et Technologies (FRQNT),
 - 1 thèse réalisée en cotutelle entre l'Université Fédérale Espirito Santo (Vitoria, Brésil) et l'Université de Rennes, codirigée par le département et financée par l'Université Fédérale Espirito Santo,
 - 2 thèses CIFRE (Valeo, Arc International),
 - 1 thèse cofinancée par le Conseil Régional Nord-Pas-de-Calais et codirigée par le Laboratoire de PhysicoChimie des Processus de Combustion et de l'Atmosphère (UMR CNRS 8522),
 - 2 thèses cofinancées respectivement par HEI et l'IRSTEA

• 2 post-doctorants

A ce personnel, s'adjoignent 2 enseignants-chercheurs de l'Ecole des Hautes Etudes d'Ingénieur (HEI) sous convention de recherche

Principaux équipements

Le Département Energétique Industrielle compte 2000 m² de laboratoires où sont regroupés les plates-formes et bancs d'essais. Les principaux équipements de l'unité sont :

- Bancs d'essais spécifiques dédiés aux transferts thermiques et à l'amélioration des performances des composants d'échange de chaleur (mesures locales de coefficient de transfert, caractérisation de la dynamique d'écoulements)
- Bancs d'essais pour prototypes d'échangeurs industriels de moyennes puissances (certification APAVE obtenue en 2013)
- Deux souffleries subsoniques dont une instationnaire
- Veine hydrodynamique
- Laboratoire expérimental en combustion équipé de bancs d'essais permettant l'étude de combustibles divers (solides/liquides/gazeux) le tout associé à un laboratoire d'analyse.

Associés à ces installations expérimentales, les principaux moyens de mesures sont :

- Systèmes de mesure de vitesse par vélocimétrie stéréoscopique S-PIV (Particle Image Velocimetry) 2D/3C
- Chaînes d'anémométrie laser et anémométrie à fils chauds
- Deux chaînes de mesures de températures par thermographie infrarouge dont une rapide allant jusqu'à 340 Hz en cadence d'acquisition d'images
- Mesures de température et d'humidité
- Thermocalibrateur et thermocouples étalons
- Brûleurs à flammes plates hybrides permettant la stabilisation de flammes jets de tous types de combustibles
- Analyseurs de gaz de combustion (CO, CO₂, O₂, NO, NO_x, SO_x)
- Préleveur isocinétique (poussières, métaux)
- Pyromètres mono et bichromatiques
- Bancs d'analyse laser LII/LIF (Laser Induced Incandescence/Laser Induced Fluorescence)
- Thermobalance permettant la réalisation d'analyses thermogravimétriques (ATG), thermiques différentielles (ATD) et calorimétriques différentielles (DSC)
- Four tubulaire horizontal (études de fusibilité, oxydation de combustibles solides)

Les principales installations de recherche sont pilotées par le logiciel d'acquisition et de traitement de données LabVIEW.

De plus, le département dispose de moyens informatiques importants en matière de simulations numériques des écoulements, des transferts de chaleur et de la combustion :

- Logiciels : Fluent, Star CCM+, iSIGHT-FD (logiciel d'optimisation multicritères couplé à Fluent ou Star CCM+), OpenFOAM, Code_Saturne.
- Stations et cluster de calculs (240 cœurs de calculs), 4 serveurs de stockage/administration (capacité de stockage : 8 To). Ce cluster est de plus abondé par 340 cœurs de calculs complémentaires mutualisés avec les autres départements de l'Ecole.

Depuis plusieurs années, le département s'est fortement investi dans l'utilisation de codes de calculs opensources (OpenFOAM, Code_Saturne) permettant notamment une parallélisation importante des calculs.



Photographies du laboratoire d'analyse créé au cours de l'année 2013 et des équipements acquis par le Département Energétique Industrielle dans le cadre de la convention partenariale établie avec la SNET

Chiffres de l'année

Enseignement :

- 13 étudiants ont été diplômés de Mines Douai en spécialisation Génie Energétique
- 16 étudiants ont été diplômés de Mines Douai en spécialisation Bâtiment à Energie Positive
- 15 étudiants ont reçu le diplôme du Mastère Spécialisé Bâtiment à Energie Positive
- La formation énergétique totalise 92 étudiants à la rentrée d'octobre 2014, majeure et option Génie Energétique ainsi qu'option et Mastère Spécialisé Bâtiment à Energie Positive confondus
- 19 étudiants en dernière année de cycle ingénieur sont partis en double diplôme ou en formation dans le cadre d'un séjour académique dans une université partenaire à l'étranger
- 3 étudiants réalisent leur dernière année dans une autre école française partenaire
- 5 étudiants effectuent leur dernière année en contrat de professionnalisation

Activités scientifiques :

- 1 thèse soutenue (thèse co-encadrée et cofinancée par l'Ecole des Hautes Etudes d'Ingénieur) et 10 thèses en cours
- 2 brevets d'invention (international et européen)
- 7 articles parus ou à paraître dans des revues avec comité de lecture
- 8 communications dans des congrès internationaux avec comités de sélection et actes incluant 1 conférence invitée
- 1 communication dans un congrès national avec comité de sélection et acte et 5 autres communications
- 1 participation au comité scientifique du colloque International Francophone d'Energétique et de Mécanique
- 1 séjour d'un mois en tant qu'enseignant-chercheur invité à l'Ecole de Technologie Supérieure de Montréal
- 1 séjour de trois semaines en tant que Professeur Invité à l'Université Federale Espírito Santo de Vitoria au Brésil

Faits marquants de l'année

Enseignement

La majeure « Génie Energétique » fait toujours l'objet d'une très forte demande de la part des élèves de Formation Initiale (FI) et l'enseignement de dernière année est marqué par plusieurs tendances :

- Un nombre croissant de séjours à l'international avec des universités partenaires : 19 élèves à la rentrée d'octobre 2014.
- Un nombre stable d'étudiants souhaitant effectuer leur dernière année dans une école française partenaire : 3 élèves.
- Une sollicitation annuellement renouvelée de la plupart des entreprises ayant déjà accueilli l'un de nos étudiants en stage pour des Projets de Fin d'Etudes (PFE).
- Une absence d'étudiant de formation initiale poursuivant au sein

de l'option Bâtiment à Energie Positive due au nombre important de départs à l'étranger notamment.

Enfin, un nombre croissant de demandes de dossiers de candidature en Mastère Spécialisé Bâtiment à Energie Positive est à noter (46 demandes pour la rentrée de 2014), tout comme le nombre d'étudiants présents à la rentrée scolaire de 2014 (19 étudiants).

Recherche

Le rapport faisant suite à l'évaluation AERES du département fin 2013 a mis en avant une très bonne évolution du DEI intégrant une refonte complète des activités de recherche dans le domaine de la combustion, une consolidation des actions menées dans le domaine des transferts thermiques ainsi qu'une augmentation très nette de la production scientifique qualifiée de bon niveau tout en gardant une écoute forte des problématiques industrielles. Cette dernière se traduit par des partenariats de longue date avec des sociétés majeures du domaine énergétique et le dépôt régulier de brevets. Le comité d'évaluation apporte de plus un avis favorable sur les points principaux du projet portant sur le recentrage des activités de recherche sur les deux thèmes principaux (Combustion Industrielle et Impacts Environnementaux et Thermique des Composants et Systèmes Industriels) et sur le développement d'un partenariat renforcé avec le Centre efficacité énergétique des systèmes (CES) de Mines ParisTech.

Combustion Industrielle et Impacts Environnementaux :

Suite à la finalisation en 2013 des programmes de recherche coordonnés par le DEI dans le cadre de l'IRENI et du PIE CNRS, les travaux portant sur la réduction des émissions de CO₂ issues de la combustion de solides pulvérisés (charbon et mélanges charbon/biomasse) se sont poursuivis notamment dans le cadre de la thèse de D. Menage réalisée en cotutelle avec l'Ecole de Technologie Supérieure de Montréal (ETS) et bénéficiant du soutien financier de la Chaire de Recherche Industrielle en Technologies de l'Energie et en Efficacité Energétique (t3e). En outre, un dossier de demande de co-financement de thèse a été déposé et validé par le Conseil Régional du Nord Pas-de-Calais au cours de l'année 2014 ce qui a permis d'initier de nouvelles actions de recherche consacrées à l'analyse des processus physico-chimiques de formation des particules fines lors de la combustion de biocombustibles solides tels que le bois (Thèse d'A. Hospital). Ces travaux s'inscrivent de surcroît dans le cadre du projet ANR CEBiC (Clean and Efficient Biomass Combustion) déposé fin 2014 et réunissant le DEI et les laboratoires PC2A (Lille 1), LAMIH (UVHC), CCM (ULCO) et ICARE (Orléans).

L'année 2014 a par ailleurs également été marquée par la poursuite du projet Biocarb soutenu par l'Institut Carnot M.I.N.E.S (2013-2015) et portant sur le développement de modèles numériques permettant de simuler les signaux d'Incandescence Induite par Laser (LII) obtenus expérimentalement dans des flammes de biocombustibles en vue de quantifier les teneurs en suies et remonter à certaines propriétés physiques de ces particules par méthodes inverses. Ces développements scientifiques ont pu être présentés au cours de l'année 2014 dans le cadre d'une conférence donnée à l'invitation du comité d'organisation du World Congress on Petrochemistry and Chemical Engineering à Las Vegas aux USA. De plus, des travaux de thèse portant sur la caractérisation expérimentale de carburants synthétiques ont été initiés à travers un renforcement du partenariat établi avec le Dé-

partement de Génie Mécanique de l'ETS (thèse de D. Lapalme financée par les Fonds de Recherche du Québec Nature et Technologies). C'est notamment dans ce contexte qu'un Enseignant-Chercheur du Département a effectué un séjour invité d'une durée d'un mois à l'ETS en vue de participer à des campagnes d'essais réalisées sur banc moteur et ayant pour objet de caractériser le pouvoir suivant de divers biocarburants utilisés comme additifs au sein de carburants pétroliers.

Thermique des Composants et Systèmes Industriels :

En 2014, deux brevets internationaux faisant suite à des travaux soutenus par l'ADEME et associant trois industriels (GEA BTT, Technip et Wieland) ont été déposés. Ces derniers portent sur la mise au point de nouvelles surfaces d'échange d'aéro-réfrigérants dans le domaine pétrochimique. Le partenariat établi avec la société VALEO s'est de surcroît poursuivi en 2014 et les recherches menées dans le cadre de la thèse CIFRE d'E. Toubiana ont abouti à une valorisation sous la forme d'un brevet en cours de dépôt. L'ensemble de ces développements porte d'une part sur une approche de modèle nodal associé à des algorithmes d'optimisation et d'autre part sur une approche par simulations des grandes échelles permettant une qualification détaillée des structures tourbillonnaires intervenant dans ce type de système de transfert de chaleur. Ces travaux vont être complétés prochainement et une seconde configuration innovante de surface d'échange est d'ores et déjà en cours d'analyse et de définition.

Le partenariat initié depuis 2012 avec le groupe Fluid Mechanics, Heat and Thermodynamics de l'Université Internationale du Liban (Lebanese International University (LIU)) s'est poursuivi tout au long de l'année 2014. Ainsi, des travaux menés en partenariat avec le LIU et le Laboratoire de Thermocinétique de Nantes (LTN – UMR 6607) ont porté sur un concept innovant d'échangeur (enveloppe Soleau déposée en 2013) à travers une thèse cofinancée. Une seconde thèse en relation avec le projet CIET soutenu par l'institut Carnot M.I.N.E.S. et traitant des interactions tourbillonnaires multi-échelles dans les échangeurs à hautes performances a également démarré début 2014 toujours en partenariat avec le LIU et le LTN. Pour terminer, les actions de recherche menées dans ce cadre collaboratif ont également porté sur le développement de nouvelles voies d'intensification des transferts de chaleur et des propriétés de mélange au sein des échangeurs/réacteurs multifonctionnels via la mise en œuvre d'éléments de géométries

souples (thèse de S. Ali). Les interactions développées grâce à ce type de système produisent ainsi une dynamique d'écoulement permettant d'accroître les performances de transfert et de mélange.

Dans le domaine de l'optimisation topologique des transferts conducto-convectifs, activité initiée en partenariat étroit avec le Centre Efficacité énergétique des Systèmes (CES) de Mines ParisTech, le recrutement d'un nouvel enseignant-chercheur a été opéré en 2014 et permettra ainsi la consolidation et le développement de cette approche innovante.

Erosion Eolienne de Matières Granulaires :

Concernant le thème relatif à l'érosion éolienne de matières granulaires, l'application ADDEmIS (Atmospheric Diffuse Dust Emissions on Industrial Sites) a été paramétrée pour les deux sites d'ArcelorMittal de Dunkerque et de Fos-sur-Mer. Une thèse codirigée par le DEI et réalisée en cotutelle avec l'Université de Rennes et l'Université Fédérale Espirito Santo au Brésil a en outre débuté en 2014. Ce travail vise à poursuivre les travaux précédemment menés au DEI sur l'influence de la présence de particules non-érodibles sur les émissions diffuses de matières granulaires soumises à l'érosion éolienne.

Enseignement

Les élèves de la promotion 2015 ont débuté leur formation en Majeure Génie Énergétique en octobre 2013. Cette promotion était initialement composée de 37 élèves dont un a redoublé et un autre est parti en parcours aménagé. Dans sa composition, on dénombre 1 seul étudiant en Formation Continue Diplômée (FCD).

Après un semestre de formation de base dans les domaines de l'énergétique, les élèves de FI ont effectué leur stage d'ingénieur-adjoint tandis que les élèves en FCD ont poursuivi leur formation.



En octobre 2014, sur ces 37 élèves :

- 22 ont rejoint d'autres établissements en France ou à l'Étranger dont :
 - 4 à l'Imperial College (Royaume Uni)
 - 2 à la Cranfield University (Royaume Uni)
 - 2 à la Durham University (Royaume Uni)
 - 5 à Polytechnique Montréal (Canada)
 - 4 à l'École de Technologie Supérieure de Montréal (Canada) dont 1 en double diplôme
 - 1 à l'University of West Scotland (Royaume Uni)
 - 1 à l'Université Technologique de Dublin (Allemagne)
 - 1 à l'École des Mines de Nancy
 - 1 à l'IFP
 - 1 à l'INSTN
- 15 ont poursuivi leur cursus à Douai dont :
 - 13 ont rejoint l'option Génie Énergétique dédiée aux domaines de la production d'énergie et du transport des fluides dont 5 effectuant un contrat de professionnalisation et 1 réalisant une filière Recherche aménagée
 - 1 étudiant a redoublé sa 2^{ème} année de cursus
 - 1 étudiant a choisi un parcours aménagé avant d'intégrer la 3^{ème} année de cycle ingénieur

Les élèves de la promotion 2016 ont quant à eux finalisé leur choix de Majeure et le Département Énergétique Industrielle a intégré 38 d'entre eux dans la Majeure Génie Énergétique.

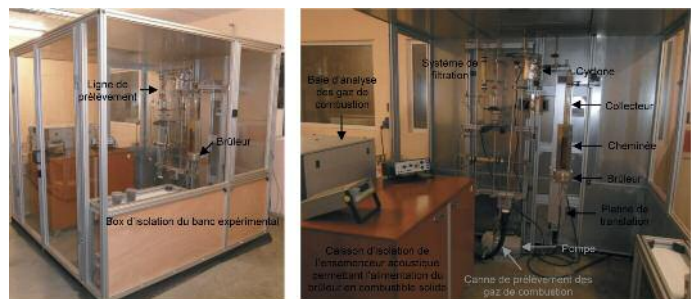
Recherche et Transfert de Technologie

• Combustion Industrielle et Impacts Environnementaux

L'utilisation de combustibles solides (charbon, biomasse, déchets) ou liquides (carburants, carburateurs) au sein des installations industrielles est très répandue que ce soit pour la production d'électricité et de chaleur ou pour les applications moteurs. L'oxydation de tels combustibles, qui s'avèrent très complexes de par leur nature et leur composition, est toutefois source d'émissions polluantes gazeuses et particulaires qui ont un impact non négligeable sur la santé, l'environnement mais également sur la longévité des installations de production d'énergie. La modélisation des processus de combustion est de fait essentielle afin de mieux appréhender les phénomènes d'oxydation des combustibles usuels, et ce, dans le but d'optimiser le fonctionnement général des installations de production d'énergie. En outre, la connaissance des mécanismes de formation des polluants permet de dégager des pistes d'avancées technologiques qui sont nécessaires afin de réduire ces émissions et donc, à terme, de diminuer l'impact environnemental de certains procédés de combustion. Les recherches menées au sein de ce thème de recherche se divisent en plusieurs actions parfaitement complémentaires visant à améliorer les connaissances relatives aux processus physico-chimiques d'oxydation de combustibles industriels en vue d'implémenter les données cinétiques obtenues au sein des modèles numériques à vocation prédictive.

• Etude des processus physico-chimiques d'oxydation des combustibles solides

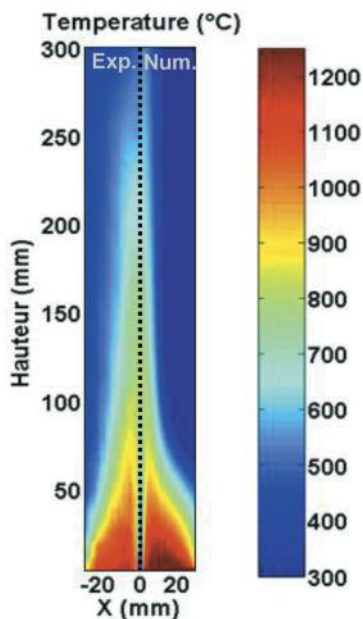
Afin de renseigner au mieux les codes de calcul utilisés pour réaliser des simulations numériques d'installations industrielles complexes, la prise en compte de cinétiques précises et détaillées concernant les processus de combustion est essentielle. C'est dans cette optique que le Département Énergétique Industrielle



Photographies du banc d'essais développé à Mines Douai en vue d'étudier les processus de dévolatilisation et d'oxydation des combustibles solides pulvérisés sous atmosphères plus ou moins riches en oxygène

a créé en 2009 un laboratoire expérimental entièrement dédié à l'analyse des mécanismes physico-chimiques d'oxydation de combustibles d'intérêt industriel incluant les combustibles solides pulvérisés tels que le charbon et le bois. Ainsi, des travaux ont été tout particulièrement initiés en vue d'étudier les cinétiques de dévolatilisation et d'oxydation de mélanges à base de charbon et de biomasse pulvérisés dans le cadre de la thèse de C. Bruhier soutenue fin 2013 (thèse co-encadrée par le laboratoire PC2A et soutenue financièrement par la Région Nord Pas-de-Calais au titre d'un projet phare du CPER (IRENI)). En effet, l'utilisation accrue du charbon qui demeure plus que jamais employé dans le secteur industriel (notamment pour la production d'électricité de par le monde) se heurte à la problématique de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Dans cette optique, le fait de substituer une partie du charbon par de la biomasse (ayant captée du CO₂ tout au long de sa croissance) constitue une solution clairement envisagée (notamment dans le contexte actuel de transition énergétique) afin de limiter l'impact environnemental des procédés de production d'énergie. Il est toutefois nécessaire dans ce cas de mener des recherches complémentaires afin de mieux appréhender l'impact de l'utilisation de combustibles biosourcés en tant qu'additifs sur les processus de combustion. C'est dans ce but que les travaux de recherche susmentionnés se sont poursuivis tout au long de l'année 2014 au sein du laboratoire de combustion du DEI. En outre, ces recherches ont été étendues à l'analyse des processus complexes intervenant dans la formation des particules fines et ultrafines (telles que les suies) dont les émissions en sortie des systèmes de combustion font l'objet de réglementations accrues. Ainsi, une thèse de doctorat a été initiée en Décembre 2014 (A. Hospital) grâce au soutien financier de la Région Nord Pas-de-Calais. L'objet de ce travail réalisé notamment dans un cadre partenarial réunissant les laboratoires PC2A (Lille 1), LAMIH (UVHC), CCM (ULCO), ICARE (Orléans) et le DEI (Projet ANR CEBiC "Clean and Efficient Biomass Combustion" déposé fin 2014) vise à étudier l'influence de la nature du combustible utilisé (composition et teneur en matières volatiles) sur les mécanismes physico-chimiques impliqués dans la formation des particules de suie et des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) en ayant notamment recours pour ce faire au couplage de techniques laser telles que l'Incandescence et la Fluorescence Induites par Laser.

Parallèlement, les recherches menées dans le domaine de l'oxycombustion du charbon pulvérisé (travaux initiés dans le cadre du projet OxyChar du Programme Interdisciplinaire Énergie CNRS porté par le DEI et finalisés en 2013) se sont poursuivis à travers la thèse de D. Menage (2013-2016) réalisée en cotutelle avec l'École de Technologie Supérieure de Montréal (ETS) et cofinancée par Mines Douai et la chaire de recherche industrielle en technologies de l'énergie et en efficacité énergétique (t3e). Des travaux



Comparaison des champs de température mesurés (Exp.) et modélisés (Num.) au-dessus du brûleur hybride à combustible solide pulvérisé développé au DEI

de modélisation des flammes de laboratoire étudiées au DEI sont ainsi en cours à l'ETS tandis que des recherches complémentaires relatives à l'oxycombustion du charbon ont également été initiées au cours de l'année 2014 en partenariat avec le laboratoire EM2C de l'Ecole Centrale de Paris (thèse de M. Xia).

• **Etude des processus de formation de polluants particulaires lors de la combustion de carburants moteurs par diagnostics laser**

Les émissions particulaires issues des procédés de combustion posent de réels problèmes tant aux niveaux environnemental que sanitaire. Afin de mieux comprendre les processus impliqués dans la formation de tels polluants, il est nécessaire de faire appel à des méthodes de détection efficaces et sensibles. Dans ce domaine, la technique d'Incandescence Induite par Laser (LII) s'est plus ou moins imposée comme méthode de référence afin de doser les suies dans les flammes ou à l'échappement des systèmes de combustion tels que les moteurs. Celle-ci consiste à exciter les particules présentes dans le milieu sondé à l'aide d'une impulsion laser et à recueillir le rayonnement émis à l'aide d'un détecteur approprié (ce signal dit d'incandescence étant proportionnel à la fraction volumique des suies). Ainsi, les recherches menées au DEI portent d'une part sur la caractérisation ex-

périmentale des processus de formation des suies dans les flammes en ayant recours pour ce faire à la technique LII et d'autre part sur la modélisation des signaux collectés en vue de pouvoir remonter par méthodes inverses à des informations relatives aux propriétés physico-chimiques des suies.

D'un point de vue expérimental, le Département Energétique Industrielle s'est doté d'installations permettant d'analyser précisément les signaux LII collectés dans des flammes standards issues de la littérature. De telles mesures ont notamment permis d'acquérir au cours de l'année 2014 un ensemble de données expérimentales finement caractérisées et nécessaires afin de valider les modèles numériques évoqués ci-dessus. En outre et parallèlement à la poursuite de travaux visant à mieux appréhender l'influence de la composition de biocarburants oxygénés sur leur propension à former des suies (collaboration étroite avec le laboratoire PC2A), le partenariat établi avec l'Ecole de Technologie Supérieure de Montréal (ETS) a été renforcé au cours de l'année 2014 et ce notamment dans le domaine de la caractérisation de carburants synthétiques (Thèse de D. Lapalme réalisée en partenariat avec l'ETS et bénéficiant d'un financement des Fonds de Recherche du Québec Nature et Technologies (FRQNT)). Dans ce cadre, un doctorant canadien a été accueilli plusieurs mois au Département Energétique Industrielle afin d'être formé à l'utilisation des techniques d'Incandescence et de Fluorescence Induites par Laser. De surcroît, un séjour d'un mois en tant qu'invité à l'ETS a permis à un Enseignant-Chercheur du Département de participer à des campagnes d'essais réalisés sur banc moteur en vue de caractériser le pouvoir suivant de divers biocarburants utilisés comme additifs.

En termes de développement numérique, les recherches menées au sein du projet Biocarb (2013-2015) du Carnot M.I.N.E.S se sont poursuivies. Ainsi, une nouvelle stratégie de modélisation des signaux LII a été mise en place en ayant recours aux techniques inverses. En faisant appel à une base de données expérimentale très complète, nous avons notamment pu isoler l'implication de certains flux énergétiques intervenant dans les bilans de masse et d'énergie mis en jeu lors de l'interaction entre un faisceau laser et un aérosol polydispense de nanoparticules carbonées. Cette nouvelle approche de modélisation a en outre pu être mise à



Mesure de la concentration des suies dans une flamme par LII

profit afin de simuler des signaux LII collectés expérimentalement dans des flammes d'hydrocarbures divers, ces travaux ayant notamment fait l'objet d'une conférence donnée à l'invitation du comité scientifique du congrès mondial sur la pétrochimie et d'un article scientifique à paraître dans l'édition spéciale consacrée à la technique LII de la revue internationale Applied Physics B.

Le couplage de tels outils numériques et expérimentaux devrait permettre à terme d'améliorer la quantification et l'analyse des propriétés des particules de suie générées dans les flammes ce qui sera notamment mis à profit dans le cadre de la thèse d'A. Hospital portant sur la formation des particules fines dans les installations de combustion alimentées par de la biomasse de type bois.



Thermique des Composants et Systèmes Industriels

L'utilisation optimisée de l'énergie au niveau des applications thermiques (chauffage, refroidissement, systèmes embarqués (automobile, ferroviaire), séchage, stockage, procédés, etc.) constitue un enjeu important dans les secteurs de l'industrie et de l'habitat. Plus spécifiquement, l'efficacité énergétique des composants et des systèmes incluant l'utilisation optimisée de la chaleur représente un levier clairement identifié en vue de contribuer aux objectifs nationaux de transition énergétique et de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Les travaux menés dans le cadre de l'axe Thermique des Composants et Systèmes Industriels s'inscrivent de fait au cœur de cette problématique et portent principalement sur l'accroissement des performances des systèmes et composants thermiques tout en intégrant les contraintes économiques et environnementales relatives à la réduction des quantités de matières premières nécessaires à la fabrication des composants de transfert de chaleur.

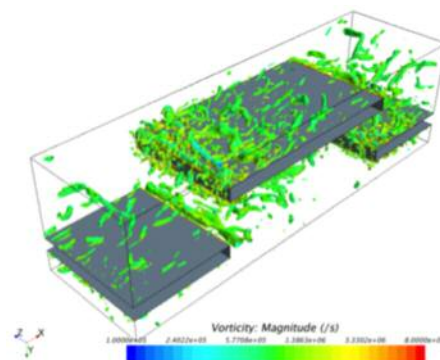
L'amélioration des performances énergétiques des composants transférant de la chaleur est étroitement associée à la nécessité de comprendre finement la structure des écoulements caloporteurs tout en tenant compte de la conduction dans les éléments solides et des interactions conducto-convectives au niveau des surfaces d'échange. L'analyse détaillée des mécanismes dynamiques de même que leur couplage avec les transferts de chaleur permet ainsi de proposer de nouvelles voies d'amélioration faisant notamment appel à des méthodes passives-dynamiques de contrôle des écoulements. D'autres développements s'intéressent quant à eux à la caractérisation de la fatigue thermique des matériaux. Ainsi, les recherches menées au sein du département sur les composants associés aux échanges de chaleur peuvent être regroupées en trois actions complémentaires.

• Intensification des échanges par méthodes passives et passives-dynamiques

L'objectif de ces recherches est d'accroître l'efficacité des transferts thermiques convectifs par des méthodes passives ne nécessitant pas de sources d'énergie complémentaires. Les principes mis en jeu sont le contrôle et la manipulation d'écoulements associés à la création de structures tourbillonnaires. Ces structures peuvent être générées au niveau des sur-

faces d'échange par des éléments rigides positionnés en surface ou proches de celles-ci ou bien engendrées par des déformations macroscopiques des canaux de circulation des fluides. Ainsi, la dynamique des structures tourbillonnaires, leurs interactions et leur impact sur le transfert thermique sont au cœur des recherches menées dans ce domaine. En effet, la compréhension et la prédiction de la génération et de l'évolution de ces tourbillons sont des étapes de base dans les études portant sur l'intensification des échanges convectifs par manipulation et contrôle des écoulements. Plusieurs techniques d'investigation ont de fait été mises en œuvre au cours des dernières années afin de pouvoir étudier, à l'aide de moyens numériques (RANS, LES et DNS) et expérimentaux (PIV-2D3C, LDV), les distributions spatiales de transfert thermique sur les surfaces d'échange ainsi que les structures tourbillonnaires responsables de l'augmentation du transfert convectif.

Un projet finalisé en 2013, soutenu par l'ADEME et associant trois industriels (GEA BTT, Technip et Wieland) a ainsi conduit au dépôt de deux brevets relatifs à de nouvelles surfaces d'échange d'aéro-réfrigérants utilisés dans le domaine pétrochimique. De plus, dans le cadre d'une collaboration pérenne avec la société VALEO, des travaux sont actuellement menés en vue d'améliorer les performances de différents types d'échangeurs. Une thèse CIFRE en cours (thèse d'E. Toubiana) a notamment pour objet d'optimiser l'efficacité d'échangeurs embarqués à plaques et ailettes brasées. Ces travaux ont d'ores et déjà permis de développer des solutions technologiques originales qui ont conduit à une demande de dépôt de brevet en 2014. Ces recherches reposent d'une part sur une approche de modèle nodal associé à des algorithmes



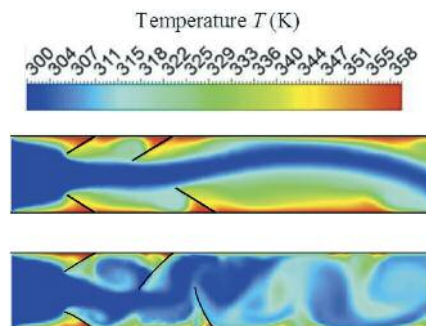
Visualisation des structures cohérentes dans un refroidisseur d'air de suralimentation (simulation LES, iso-contour du critère λ_2 coloré par la norme de vorticité)

d'optimisation et d'autre part sur une approche par simulations des grandes échelles permettant l'analyse et l'identification détaillées de la structuration des écoulements. Ces travaux seront poursuivis en 2015 et une nouvelle configuration innovante est en cours de qualification.

Parallèlement, la poursuite de travaux portant sur l'amélioration des performances des aérocondenseurs sous vide utilisés dans les cycles de production électrique a été menée dans le cadre du projet FUI CAFEE (Condenseur à Air à Forte Efficacité Energétique) labélisé par deux Pôles de compétitivité (EMC2 et CAPE-ENERGIES) et regroupant quatre centres de recherche/laboratoires (CEA/LITEN, Mines Douai EI, GeM-ECN, Univ. Caen) ainsi que trois industriels (GEA Btt, ENERTIME, MPS). Une nouvelle voie de recherche, initiée en 2013 dans le cadre d'un projet (CIET) soutenu par l'institut Carnot M.I.N.E.S., a de plus porté sur la recherche de structures d'écoulement ou d'architectures géométriques optimales générant d'une part des systèmes tourbillonnaires multi-échelles et d'autre part des écoulements instationnaires. Une thèse (A. Khanjian) a ainsi démarré dans ce domaine début 2014, celle-ci faisant l'objet d'une collaboration avec le LIU et le LTN. La mise en œuvre d'un système de mesure de champs de vitesse par PIV stéréoscopique a en outre fait l'objet d'un travail postdoctoral et ce en vue d'analyser la dynamique tourbillonnaire de structures longitudinales se développant à l'aval de générateurs de vorticités. Enfin, des travaux relatifs à un nouveau concept d'échangeur s'auto-adaptant aux conditions opératoires (enveloppe Soleau déposée en 2013) se sont poursuivis dans le cadre d'un doctorat initié fin 2013 toujours en partenariat avec le LIU et le LTN (thèse de M. Oneissi). Dans le cadre d'applications à bas nombres de Reynolds, des travaux initiés en 2012 ont été poursuivis et la thèse de doctorat réalisée en collaboration avec HEI-Lille (thèse de J.-A. Zambaux) a été soutenue en novembre 2014. Cette approche se focalise particulièrement sur l'intensification des échanges de chaleur et des propriétés de mélange pour des écoulements internes dans des tubes dont les parois sont déformées ce qui entraîne ainsi une déstabilisation des couches limites et une modification sensible de la dynamique du fluide en présence.

Ceci étant, les techniques passives utilisées dans les applications présentées ci-dessus sont mises en œuvre via l'introduction d'éléments fixes et rigides

dans les écoulements. Une autre voie d'amélioration des performances explorée au département consiste à tester l'efficacité de générateurs de tourbillons conçus à partir de matériaux souples. En effet, la flexibilité des éléments introduit de fait des degrés de liberté supplémentaires au système fluide-structure et conduit à des comportements de type chaotique favorables à l'accroissement des propriétés de mélange et de transfert thermique. Ce type d'étude a été initié dans le cadre du projet exploratoire Vorflex du PIE-CNRS en 2012 et se poursuit à l'heure actuelle au travers d'une thèse cofinancée avec le LIU et codirigée par le LTN. Les développements réalisés dans ce cadre sont plus particulièrement dédiés aux échangeurs-réacteurs multifonctionnels dont le rôle est de produire un mélange entre différents constituants ou réactifs présents dans un fluide tout en assurant un transfert de chaleur adapté du fait du caractère endo- ou exothermique des réactions mises en jeu. L'intérêt de ce type de générateurs est de produire des structures tourbillonnaires instationnaires de forte vorticités. Les résultats obtenus dans un premier temps à partir de simulations numériques instationnaires bidimensionnelles montrent ainsi que les performances d'homogénéisation des mélanges et de transfert de chaleur dans l'écoulement sont nettement accrues par rapport à des promoteurs rigides. Par ailleurs, l'amélioration des performances est significative lorsqu'un nombre suffisant de générateurs est introduit de sorte que des mouvements oscillatoires auto-entretenus se mettent en place. Ces travaux présentent ainsi un fort potentiel de développement et feront de fait l'objet de recherches complémentaires.



*Champ instantané de température dans le cas de générateurs de vorticités rigides (en haut) et flexibles (en bas)
Amélioration des performances de mélange et de transfert*

Contacts

Responsable du Département
Jean-Luc HARION
03 27 71 23 79
jean-luc.harion@mines-douai.fr

Adjoint Recherche
Romain LEMAIRE
03 27 71 21 29
romain.lemaire@mines-douai.fr

Adjoint Enseignement
Sébastien MENANTEAU
03 27 71 23 56
sebastien.menanteau@mines-douai.fr

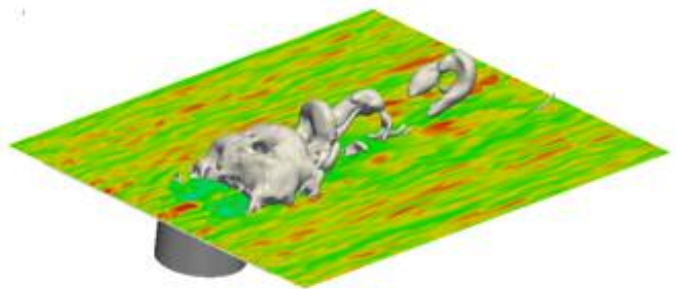
<http://ei.mines-douai.fr>

• Optimisation des composants

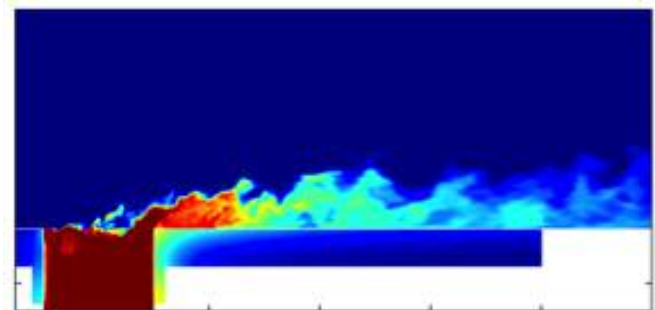
L'optimisation des composants consiste à ajuster les paramètres géométriques d'une configuration dans laquelle circule un fluide caloporteur de façon à obtenir des conditions optimales de fonctionnement. Ces conditions peuvent être associées à un ou plusieurs objectifs tels que la maximisation du transfert de chaleur, la minimisation de la perte de charge, la minimisation de la quantité de matériau conducteur, etc. Deux approches d'optimisation sont développées au département : l'optimisation de forme visant à optimiser les performances de géométries dont les paramètres sont prédéfinis et l'optimisation topologique. Les activités de recherche relative à ce second type d'optimisation ont été initiées avec le Centre Efficacité énergétique des Systèmes (CES) du Département Énergétique et Procédés (DEP) de Mines ParisTech. Le développement de cette action de recherche s'est en outre vu consolidé au cours de l'année 2014 avec le recrutement d'un nouvel Enseignant-Chercheur. Ainsi, l'optimisation topologique appliquée à des configurations purement conductives ou conducto-convectives telles que celles de composants de transfert de chaleur permet d'aboutir à des configurations optimisées sans formuler d'hypothèses notamment quant à une géométrie préalable. Les méthodes numériques développées dans ce cadre sont basées sur des algorithmes de pénalisation progressive dont le rôle est de positionner le matériau solide à partir de méthodes adjointes et de fonctions objectif. Les travaux en cours portent sur le développement d'un algorithme d'optimisation basé sur une méthode d'asymptotes mobiles (MMA). Cet algorithme a été amélioré de façon à le rendre plus robuste et rapide notamment pour un très grand nombre de variables. Ces développements sont centraux dans le but d'appliquer cette méthode d'optimisation à des configurations tridimensionnelles représentatives de problématiques réelles et c'est pourquoi ces développements vont se poursuivre de façon importante dans les années à venir.

• Sollicitations thermiques des matériaux

Les transferts thermiques convectifs incluant le couplage conducto-convectif jouent également un rôle central dans des problématiques autres que celle de l'efficacité des échanges de chaleur. Ainsi, associées aux recherches portant sur les composants de transfert thermique, une partie de l'activité de recherche du DEI porte sur la caractérisation des sollicitations thermiques des matériaux. En effet, dans certaines configurations industrielles pour lesquelles un mélange entre deux écoulements de températures différentes se produit à proximité d'une paroi, le champ de température et ses fluctuations imposent une charge thermique non négligeable à la conduite et peuvent entraîner sa fissuration, voire même sa rupture. Les compétences acquises en termes de caractérisation d'écoulement et de distributions locales d'échange thermique par méthodes numériques (LES) et expérimentales (PIV, thermographie infrarouge) ont été mises en œuvre pour caractériser les fluctuations de température pariétale de la zone de mélange d'une jonction orthogonale d'écoulements turbulents anisothermes. Ces travaux de recherche initiés dans le cadre d'une thèse CIFRE soutenue en 2012 et réalisée en partenariat avec AREVA ont permis de mettre en évidence la topologie particulière de l'écoulement et les gradients de température à l'origine des contraintes thermiques. Des travaux complémentaires ont depuis été réalisés dans le but de définir des modèles numériques prédictifs fiables pour une application aux configu-



Champ instantané d'un isocontour de pression obtenu par simulation numérique des grandes échelles dans la zone de mélange



Champ instantané de température transporté par les structures convectives formées dans la zone de mélange

rations industrielles réelles. Afin de s'affranchir des contraintes importantes liées aux simulations numériques directes (DNS) ou des grandes échelles (LES), un des objectifs des travaux menés récemment au département a été d'évaluer les possibilités de modélisation précise de ce type d'écoulement par des formulations en moyenne de Reynolds (méthodes RANS). Plus précisément, les fluctuations de température qui sont un des facteurs prépondérants des problématiques de fatigue thermique peuvent être modélisées par différentes équations de transport proposées dans la littérature. Une étude spécifique réalisée par simulations DNS a ainsi été mise en place dans le but d'évaluer la fiabilité et la pertinence des formulations RANS d'une équation de transport de la variance de température. Les différentes grandeurs statistiques étant intégralement résolues dans l'écoulement, chaque terme modélisé composant l'équation de transport a pu être analysé et confronté à sa valeur exacte obtenue par DNS.

Enfin, les compétences acquises au département sont également mises en œuvre dans le cadre de recherches menées sur des configurations de jets bidimensionnels. Une configuration de confinement appliquée à l'efficacité de meubles frigorifiques de vente est actuellement étudiée avec l'IRSTEA dans le cadre d'une thèse (A. Kaffel) codirigée et cofinancée.

Erosion Eolienne de Matières Granulaires

Le recentrage progressif des activités de recherche du département sur ses deux thèmes en lien direct avec les problématiques énergétiques conduit actuellement à un arrêt progressif des ac-

tions menées dans le domaine de l'érosion éolienne des matières granulaires. Les travaux menés jusqu'en 2014 ont notamment eu pour objectif d'améliorer la quantification et de limiter l'impact environnemental des émissions diffuses de particules liées à l'érosion éolienne de tas de stockage de matières granulaires telles que des charbons ou des minerais divers sur sites industriels. Les résultats obtenus, associés aux méthodes initialement proposées par l'EPA (Environmental Protection Agency), ont été intégrés dans une application développée dans le cadre d'une convention ADEME et en partenariat avec le Département Informatique et Automatique de Mines Douai. L'application ADDEmIS (Atmospheric Diffuse Dust Emissions on Industrial Sites - propriété ARMINES (majoritaire) & LECES) permet de quantifier les émissions diffuses de particules (< 30µm, PM10, PM2.5) résultant de l'érosion éolienne, du transport ou de la manutention de matières granulaires sur les sites industriels. Les paramétrages nécessaires à l'utilisation de cette application ont été réalisés pour

les deux sites d'ArcelorMittal de Dunkerque et de Fos-sur-Mer. En matière de recherche, une thèse en cotutelle avec l'Université de Rennes et l'Université Fédérale Espirito Santo a été initiée. La période de 12 mois en France de cette thèse a été organisée en deux périodes de six mois, l'une au Département Energétique Industrielle, la seconde au Laboratoire de Thermocinétique de Nantes. Durant la période au DEI, les travaux réalisés ont porté sur la réalisation d'une campagne de mesures en soufflerie visant à quantifier expérimentalement, pour des configurations de tas de matières similaires à celles présentes sur les sites industriels, l'influence de la présence de particules non-érodibles sur la quantité de matière érodée et envolée. Ces résultats permettront de proposer une nouvelle formulation du facteur d'émission initialement mis au point par l'EPA. Ces travaux devraient toutefois constituer les dernières contributions de recherche directes du département à cette problématique.

Relations industrielles et internationales

Les partenariats avec le monde industriel sont particulièrement denses dans les trois axes de recherche du département : ArcelorMittal, EDF R&D, AREVA, Valeo Thermique Moteurs, Arc International, GEA BTT, GEA Ergé Spirale, Technip, Wieland, Société Nationale d'Electricité et de Thermique (SNET).

La part de financement CIFRE des thèses réalisées au département était de près de 20 % au cours de l'année 2014 sachant que toutes les thèses en cours ont fait l'objet d'un financement ou d'un cofinancement externe (Conseil Régional, IRSTEA, LIU, chaire t3e, FRQNT, UFES, HEI).

Plus de 50 % des thèses effectuées au Département au cours de l'année 2014 ont été réalisées dans le cadre de partenariats internationaux (LIU, ETS, UFES).

De plus, le département est fortement impliqué depuis 2003 auprès des porteurs accompagnés par l'incubateur technologique de Mines Douai (APUI) sur les thématiques en lien avec l'énergétique et le développement durable.

Éléments de notoriété

Le département est membre de l'Institut de Recherche en Environnement Industriel (IRENI) qui fédère les équipes de recherche multidisciplinaire de la région Nord - Pas-de-Calais dans le domaine de la qualité de l'air.

Projets financés phares

- Projet FUI CAFEE (Condenseur à Air à Forte Efficacité Energétique), labellisé par 2 Pôles de compétitivité : EMC2 et CAPE-ENERGIES. Partenaires : GEA-BTT, CEA/LITEN, ENERTIME (PME), ARMINES, MPS (PME), GeM-ECN, FEMTO-ST.
- Programme de recherche de l'Institut Carnot M.I.N.E.S. : CIET.
- Programmes de recherche de l'Institut Carnot M.I.N.E.S. : Biocarb.
- Projets à financement industriel direct CIFRE :
 - VALEO thermique Moteur : amélioration des performances des composants d'échange de chaleur embarqués

- Une thèse confidentielle initiée en 2011

Association, réseaux, partenariats internationaux

Le Département Energétique Industrielle participe comme personne morale ou par l'intermédiaire de ses membres à diverses associations scientifiques et techniques.

Au titre des personnes morales :

- Association Technique Energie Environnement (ATEE) : Clubs Cogénération et Biogaz
- InnoCold
- Pôle d'Excellence Régional Energie 2020 (participation au CA)

Au titre des personnes physiques :

- Société Française de Thermique (SFT) : co-animation du groupe national « Echangeurs » de la Société Français de Thermique en partenariat avec le Laboratoire de thermocinétique de Nantes
- Membre du Comité FLUVISU (Visualisation et Traitement d'Images en Mécanique des Fluides)
- Société Française de Génie des Procédés (SFGP)
- Union de Génie des Procédés et de l'Energétique en Nord-Pas-de-Calais (UGéPE)
- Association Française de Mécanique (AFM)
- International Waste Working Group (IWWG)
- Groupement Français de Combustion (GFC)

Partenariats internationaux

- Federal University of Espírito Santo, Brésil
- Ecole de Technologie Supérieure (ETS) Montréal, Canada
- Lebanese International University, Beyrouth, Liban

Activités scientifiques

Thèse soutenue

- J.-A. ZAMBAUX, Influence des déformations successives alternées de la paroi sur l'accroissement des performances d'échange d'un tube : Application aux échangeurs multifonctionnels

Mines Douai, Département EI et Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis
Directeur de thèse : J.-L. HARION
Encadrants : P. BOUVIER¹, S. RUSSEIL
Financement : Cofinancement HEI / Mines Douai
1 HEI

Thèses en préparation

- S. ALI, Concept innovant d'échangeur/réacteur multifonctionnel par contrôle dynamique passif par générateurs de vorticités flexibles
Mines Douai, Département EI, Lebanese International University (LIU) et Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis
Directeur de thèse : J.-L. HARION, T. LEMENAND¹
Encadrants : C. HABCHI², S. MENANTEAU
Financement : Cofinancement LIU / Mines Douai
1 LTN UMR 6607
2 Lebanese International University (LIU)
- M.C. CALIMAN¹, Influence de particules non érodibles sur les émissions atmosphériques diffuses par érosion éolienne de matières granulaires
Federal University of Espírito Santo et Université de Rennes
Directeurs de thèse : J. Meri. SANTOS¹, A. VALANCE², J.-L. HARION
Financement: Federal University of Espírito Santo
1 : Federal University of Espírito Santo
2 : Université de Rennes
- S. CLAISSE, Optimisation de l'efficacité de transferts thermiques
Mines Douai, Département EI et Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis
Directeur de thèse : J.-L. HARION
Encadrant : J.-P. VERMEULEN
Financement : CIFRE (thèse confidentielle)
- A. HOSPITAL, Etude de l'oxycombustion de solides pulvérisés en vue de faciliter le captage du CO₂ - Application à l'étude des processus physico-chimique de formation de polluants aromatiques et particuliers par diagnostics laser
Mines Douai, Département EI et Université Lille 1 - Sciences et Technologies
Directeur de thèse : E. THERSEN¹
Encadrant : R. LEMAIRE
Financement : Cofinancement Conseil Régional Nord - Pas de Calais / Mines Douai
1 Laboratoire PC2A
- A. KAFFEL, Analyse des structures des écoulements et des instabilités développées par un rideau d'air cisailé latérale-

ment par un courant externe : application au cas des meubles frigorifiques de vente Mines Douai, Département EI et Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis Directeurs de thèse : J. MOUREH¹, J.-L. HARION

Encadrant : S. RUSSEIL

Financement : Cofinancement IRSTEA / Mines Douai

1 IRSTEA

- A. KHANJIAN, Génération auto-adaptative de vorticité pour des échangeurs de chaleur intelligents

Mines Douai, Département EI, Lebanese International University (LIU) et Université de Nantes

Directeur de thèse : T. LEMENAND¹

Encadrants : C. HABCHI², S. RUSSEIL, D. BOUGEARD

Financement : Cofinancement LIU / Mines Douai

1 LTN UMR 6607

2 Lebanese International University (LIU)

- D. LAPALME, Caractérisation expérimentale de la combustion de carburants synthétiques

Ecole de Technologie Supérieure de Montréal

Directeur de thèse : P. SEERS¹

Encadrant : R. LEMAIRE

Financement : Fonds de Recherche du Québec Nature et Technologies (FRQNT)

1 Ecole de Technologie Supérieure (ETS), Montréal, Canada

- D. MENAGE, Etude expérimentale et numérique de l'oxycombustion de combustibles solides pulvérisée dans des conditions de flamme

Mines Douai, Département EI, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis et Ecole de Technologie Supérieure (ETS Montréal)

Directeurs de thèse : J.-L. HARION, P. SEERS¹

Encadrant : R. LEMAIRE

Cofinancement t3e / Mines Douai et Cotutelle ETS-UVHC-EMD

1 Ecole de Technologie Supérieure (ETS), Montréal, Canada

- M. ONEISSI, Heat transfer enhancement by multiscale vortex generators

Université de Nantes

Directeur de thèse : T. LEMENAND¹

Encadrants : S. RUSSEIL, D. BOUGEARD, C. HABCHI²

Financement : LIU

1 LTN UMR 6607

2 Lebanese International University (LIU)

- E. TOUBIANA¹, Accroissement des échanges thermiques par méthodes passives : application aux échangeurs automobiles

Mines Douai, Département EI et Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis Directeur de thèse : J.-L. HARION

Encadrants : S. RUSSEIL, D. BOUGEARD

Financement : CIFRE Valéo Thermique Moteurs SAS

1 Valéo Thermique Moteurs SAS

Articles dans revues avec comité de lecture

S. BEJAOU¹, R. LEMAIRE, P. DESGROUX¹, E. THERSSEN¹, Experimental study of the $E(m\lambda)=E(m,1064)$ ratio as a function of wavelength, fuel type, height above the burner and temperature, Applied Physics B, Vol 116, pp 313-323, 2014

1 Laboratoire PC2A, USTL, Villeneuve d'Ascq, France

B. FURIERI, J.-L. HARION, M. MILLIEZ¹, S. RUSSEIL, J.-M. SANTOS², Numerical modelling of aeolian erosion over a surface with poly-dispersed roughness elements, Earth Surface Processes and Landforms, Vol 39, N 2, pp 156-166, 2014

1 : EDF

2 : Federal University of Espírito Santo

B. FURIERI, J. Meri. SANTOS¹, S. RUSSEIL, J.-L. HARION, Aeolian erosion of storage piles yards: contribution of the surrounding areas, Environmental Fluid Mechanics, Vol 14, N 1, pp 51-67, 2014

1 : Federal University of Espírito Santo

C. HABCHI¹, J.-L. HARION, Residence time distribution and heat transfer in circular pipe fitted with longitudinal rectangular wings, International Journal of Heat and Mass Transfer, Vol 74, pp 13-24, 2014

1 : Lebanese International University - Fluid Mechanics, Heat and Thermodynamics Group

R. LEMAIRE, D. MENAGE, S. MENANTEAU, J.-L. HARION, Experimental study and kinetic modeling of pulverized coal devolatilization under air and oxycombustion conditions, Fuel Processing Technology, Vol 128, pp 183-190, 2014

S. VINTROU, D. BOUGEARD, S. RUSSEIL, R. NACEREDDINE, Infrared thermography for local Nusselt number estimation of an

elliptical fin with a transient method, QIRT Journal, Vol 11, N 1, pp 115-128, 2014

M. MOBTIL, D. BOUGEARD, C. SOLLIEC¹, Inverse determination of convective heat transfer between an impinging jet and a continuously moving flat surface, International Journal of Heat and Fluid Flow, Vol 50, pp 83-94, 2014

1 : Ecole des Mines de Nantes, France

Communications dans congrès ou conférences internationales avec comités de sélection et actes :

D. BOUGEARD, S. RUSSEIL, N. FRAN OIS¹, Determination of local heat transfer coefficient distribution on a vortex enhanced finned-tube heat exchanger fin using infrared thermography, Conference QIRT 2014, Bordeaux, July 7-11, 2014, N QIRT-2014-163

1 : Val o Thermique Moteurs SAS

A. KAFFEL¹, J. MOUREH¹, J.-L. HARION, S. RUSSEIL, Experimental investigation of plane wall jet: application to vertical refrigerated display cabinet, 3rd IIR International Conference on Sustainability and the Cold Chain, London, June 23-25, 2014

1 : IRSTEA

R. LEMAIRE, S. MENANTEAU, Experimental study of pulverized coal oxycombustion and modelling of devolatilization kinetics, 2nd World Congress on Petrochemistry and Chemical Engineering, Las Vegas, USA, October 27-29, 2014, Journal of Petroleum & Environmental Biotechnology, Volume 5, Issue 4, ISSN: 2157-7463 (2014)

M. MOBTIL, D. BOUGEARD, Inverse identification of unsteady heat transfer coefficient using infrared thermography in a fin and tube heat exchanger assembly, Conference QIRT 2014, Bordeaux, July 7-11, 2014, N QIRT-2014-187

E. THERSSEN¹, P. DESGROUX¹, R. LEMAIRE, S. BEJAOU¹, Extraction of LIF from LIE signals obtained in flame regions where soot and fluorescent species coexist. Use of the $E(m)$ variations as a function of the wavelength, 6th international Workshop and Meeting on Laser-Induced Incandescence, Backafallsbyn, Sweden, June 8-11, 2014

1 : Laboratoire PC2A

E. TOUBIANA¹, D. BOUGEARD, S. RUSSEIL, N. FRANÇOIS¹, A nodal model for shape optimization of offset strip fin heat exchanger, 10th International Conference on Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics, HEFAT 2014, Orlando, USA, July 14-16, 2014, pp 2155-2163
1 : Valéo Thermique Moteurs SAS

J.-A. ZAMBAUX, S. RUSSEIL, J.-L. HARION, P. BOUVIER¹, Numerical analysis of heat transfer increase in a tube with alternate successive gradual wall deformations, 10th International Conference on Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics, HEFAT 2014, Orlando, USA, July 14-16, 2014, pp 448-455
1 : HEI

Communications dans congrès ou conférences nationaux avec comités de sélection et actes

J. Voguelin SIMO TALA¹, S. RUSSEIL, D. BOUGEARD, Analyse numérique et optimisation des performances thermo-aérodynamiques d'un échangeur à quatre rangs de tubes ailetés par l'approche factorielle de Taguchi, Congrès de la Société Française de Thermique, Lyon, 3-6 juin 2014, N°8695
1 : HEI

Communications par affiche dans congrès international ou national

D. BOUGEARD, S. RUSSEIL, E. BOUHOU-BEINY¹, Investigations expérimentales et numériques des phénomènes convectifs instationnaires dans des géométries d'échangeurs à hautes performances - Action de ressourcement CIET, Séminaire de l'Institut Carnot M.I.N.E.S., Paris, 7-8 Juillet 2014
1 : Mines Douai, Département EI

R. LEMAIRE, Etude du processus de formation des particules de suie dans des flammes de carburants moteurs et de bio-carburants par Incandescence Induite par Laser, Séminaire de l'Institut Carnot M.I.N.E.S., Mines ParisTech, 7-8 Juillet 2014

Autres communications

E. THERSSEN¹, X. MERCIER¹, S. BEJAOU¹, R. LEMAIRE, P. DESGROUX¹, A. FACCI-NETTO¹, Caractérisation de particules de suies et de leurs précurseurs au sein de flammes turbulentes, Rencontre scientifique des chercheurs IRENI (Institut de Recherche en ENvironnement Industriel), Dunkerque, 03 Octobre 2014
1 : Laboratoire PC2A, USTL, Villeneuve d'Ascq, France

S. ALI¹, S. MENANTEAU, C. HABCHI¹, J.-L. HARION, T. LEMENAND², Amélioration des performances de mélange et de transfert thermique des réacteurs-échangeurs multifonctionnels par un contrôle passif-dynamique, Journées Promotion Procédés Produits, organisée par le Laboratoire Réactions et Génie des Procédés et PROGEPI, ENSIC Nancy, 25 novembre 2015
1 : Lebanese International University - Fluid Mechanics, Heat and Thermodynamics Group
2 : Université de Nantes

J.-A. ZAMBAUX, J.-L. HARION, S. RUSSEIL, P. BOUVIER¹, Accroissement des performances de mélange et de transfert d'un échangeur-réacteur annulaire, Journées Promotion Procédés Produits, organisée par le Laboratoire Réactions et Génie des Procédés et PROGEPI, ENSIC Nancy, 25 novembre 2015
1 : HEI

Conférences données à l'invitation du comité d'organisation dans un congrès international ou national

R. LEMAIRE, Experimental analysis of the sooting tendency of different oxygenated molecules used as additives in a diesel surrogate, 2nd World Congress on Petrochemistry and Chemical Engineering, Las Vegas, USA, October 27-29, 2014, Journal of Petroleum & Environmental Biotechnology, Volume 5, Issue 4, ISSN: 2157-7463 (2014).

Participations à comités scientifiques et d'organisation

J.-L. HARION, CIFEM 2014, Colloque International Francophone d'Energétique et de Mécanique, Membre du Comité Scientifique, Comores, 5-7 Mai 2014

Brevets

N. BARITEAU¹, D. BOUGEARD, K. BRAND², J. EL HAJAL², X. GUÉRIF², B. PLOIX³, S. RUSSEIL, Échangeur de chaleur de tube à caractéristiques thermo-hydrauliques optimisées, EP 2 784 426 A1, 01/10/2014
1 : GEA Batignolles Technologies Thermiques
2 : Wieland-Werke AG
3 : Technip France

J. EL-HAJAL¹, K. BRAND¹, X. GUÉRIF², B. PLOIX³, D. BOUGEARD, S. RUSSEIL, N. BARITEAU³, Tube heat exchanger with optimized thermo-hydraulic characteristics, WO 2014/154398, 02/10/2014
1 : Wieland-Werke AG
2 : GEA Batignolles Technologies Thermiques
3 : Technip France

DEPARTEMENT GENIE CIVIL ET ENVIRONNEMENTAL

Le département Génie Civil de Mines Douai fête en 2015 son 50^e anniversaire. Il a été créé en 1965 sur sollicitation de la fédération régionale du bâtiment et des travaux publics. En 1975 l'activité de transfert de technologie a débuté. L'objectif assigné par le Ministère de l'Industrie, tutelle de l'école, était de soutenir le développement des PME de la construction et des travaux publics. L'axe principal de recherche consiste à concevoir des matériaux de construction en valorisant des sous-produits industriels ou des déchets ménagers. Les partenariats du département dépassent donc le seul champ de la construction puisque tout type de structures, des syndicats mixtes d'ordures ménagères aux gestionnaires de canaux et de ports peuvent s'adresser au département pour imaginer des voies de valorisation de leurs sous-produits dans le respect de leur environnement naturel. La durabilité des matériaux de construction est également une thématique majeure du département. La dégradation des ouvrages s'appréhendent tant sous l'aspect chimique que mécanique et également biologique. Les complémentarités des personnels composant le département permet de répondre à ces trois orientations.

Présentation

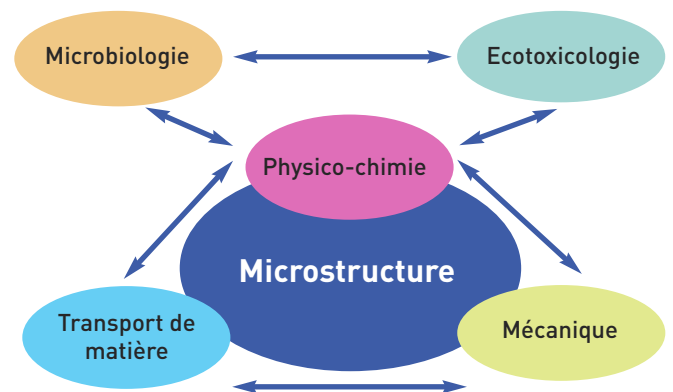
Le Génie Civil est un secteur aux multiples facettes complètement intégré dans la logique du développement durable, en étroite relation avec l'environnement, les attentes sociétales et la santé. Les ingénieurs du Génie Civil conçoivent et construisent les structures et les bâtiments, les ponts et les routes. Ils planifient et supervisent les travaux de construction, maintiennent et réhabilitent les infrastructures existantes. Ils assurent aussi la gestion, la maîtrise et le transport de l'eau. La protection de l'environnement et le développement durable sont pour eux des préoccupations essentielles pour répondre aux problèmes écologiques de préservation des ressources en matières premières et de revalorisation des sols pollués, des sites industriels. Le développement de la certification HQE (Haute Qualité Environnementale) à travers ces quatre principaux aspects, éco-construction, éco-gestion, confort thermique et santé, apporte aussi une profonde mutation puisqu'il touche à la fois à l'approche environnementale intégrée des bâtiments mais aussi des informations environnementales sur les produits.

Le Département Génie Civil & Environnemental réalise des recherches fondamentales et appliquées dans le contexte de la transition énergétique et de l'économie circulaire conduisant à un futur plus économe en ressources et en déchets. Cette démarche nécessite une approche pluridisciplinaire. Ainsi le département développe des compétences en mécanique et physico-chimie sans oublier les sciences du vivant à travers la biodégradation, la bioremédiation, l'écotoxicologie et les sciences humaines et sociales.

Thèmes de recherche et formations

En 2014, au sein de son laboratoire de rattachement, le Laboratoire de Génie Civil et de géo-Environnement (LGCgE : <http://www.lgcge.fr/>), le département a été évalué de manière très positive par l'agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur – AERES.

Le département assure et coordonne les enseignements de l'option Génie Civil. L'objectif est de donner aux élèves-ingénieurs une culture générale dans un maximum de secteurs d'activité du BTP et du Génie Civil, pour leur permettre de prendre des responsabilités et de s'adapter aux mutations technologiques en tenant compte des exigences de la réglementation et de l'environnement. La dernière année permet aux élèves de suivre des filières spécifiques comme la filière « produits et procédés de l'industrie du béton », réalisée en partenariat avec la profession, qui est maintenant ouverte à d'autres élèves à travers un MASTÈRE SPÉCIALISÉ. La filière internationale permet aux élèves d'aller dans des Universités partenaires. Les élèves ont également la possibilité de préparer simultanément un Master Recherche, en choisissant la filière Recherche. Cette formation par la recherche peut être complétée par la préparation d'une thèse de doctorat sur des études ayant un caractère soit de recherche appliquée, soit de recherche fondamentale, mais toujours en connexion avec l'Industrie. La méthode pédagogique associe cours, avant-projets réalisés par les élèves (charpente métallique, béton armé, ingénierie...), travaux pratiques, un stage et un projet scientifique réalisés en groupe avec un client externe.



Les formations professionnelles

Le département a la capacité de fournir des prestations de formation de courtes durées en adéquation avec les points forts de ses recherches. Cinq modules sont proposés :

- GC1 - « Valorisation des Granulats de Béton Recyclé dans les bétons »
- GC2 - « Physico-chimie des liants minéraux »
- GC3 - « Pathologies des bétons »
- GC4 - « Valorisation des déchets et sous-produits industriels d'origine minérale au sein du Génie Civil »
- GC5 - « Caractérisation et impact environnemental des sous-produits industriels d'origine minérale »
- GC6 - « Indentation instrumentée : de la théorie à la pratique »

Faits marquants de l'année

Enseignement

Comité d'expert de l'enseignement en génie civil et environnemental 2014

Le comité d'experts de l'enseignement en Génie Civil, ayant réuni le 19 juin 2014 6 industriels couvrant les principaux métiers, 1 représentant de la Fédération de l'Industrie du Béton, 1 représentant de la Fédération Française du Bâtiment, 9 permanents de l'Ecole et 2 élèves, a analysé le plan de développement 2014-2019. Ce plan implique d'une part l'optimisation de la formation, pour la rendre encore plus attractive pour les élèves et les employeurs, et d'autre part une plus grande visibilité en France et à l'International.

Pour optimiser la formation et la rendre encore plus attractive, de nouveaux enseignements, tels que les Building Information Modelling (BIM), sont proposés tout en améliorant l'articulation des mineures avec la majeure autour de cette thématique. À ce titre, le professeur Hans-Joachim Bargstaedt de l'Université de Weimar est intervenu le 30 octobre 2014 au cours d'un séminaire d'enseignement sur la thématique des BIM auprès des élèves de la mineure « Calculs Appliqués des Structures ».



Le comité d'experts a mis aussi l'accent sur l'importance du développement des cours en anglais et la multiplication des cours en ligne, avec un double objectif : accroître les possibilités d'auto-apprentissage de l'ensemble des élèves de l'école intéressés par les matériaux de construction et permettre la pratique de l'anglais technique comme langue de travail.

Les étudiants et les PME

Si seulement 25% des diplômés du Génie Civil de Mines Douai intègrent une PME à la sortie d'école, le souhait demeure de faire perdurer le lien fort du département avec les petites et moyennes entreprises dans le cursus de formation. C'est ainsi que le département a participé à la redynamisation du club professionnel BTP de l'association des diplômés, en tenant le 2 avril une soirée d'échange sur le thème des « Opportunités des Métiers de la Construction », et le 4 décembre une soirée débat sur les Métiers de la Construction, du Grand Groupe à la PME. Enfin, parmi de nombreuses conférences de leaders du BTP (Eiffage, Colas, Vinci), des PME tel qu'un cabinet d'architectes, sont venues se présenter aux élèves. Pour les 5 Projets Scientifiques et Techniques gérés par le département, au moins deux

sujets sont soutenus directement par une PME très dynamique dans le secteur de la valorisation. Les étudiants de l'option Produits et Procédés de l'Industrie du Béton (PPIB) ont pu profiter cette année encore de nombreux soutiens de la FIB, notamment avec 5 visites d'entreprises et 1 visite du Centre d'Etudes et de Recherche de l'Industrie du Béton (CERIB).

Chiffres de l'année

Enseignement :

- Nombre d'élèves en formation option Génie Civil : 90 en comptant les élèves de 2^{ème} et 3^{ème} années.
- Nombre d'élèves ayant fait la dernière année de l'option GC dans une Université partenaire à l'étranger : 14

Activités scientifiques :

- 7 thèses de doctorat et 1 HDR soutenues,
- 30 publications avec comité de lecture,
- 17 communications internationales avec comité de sélection et actes.

Le rayonnement international

14 étudiants de la promotion 2015 (soit 31 %) ont opté pour un cursus dans une école à l'étranger dont 5 avec l'objectif d'obtenir un double diplôme avec l'Universités de Hohai et l'Ecole Polytechnique de Montréal. Pour la promotion 2014, 15 étudiants ont poursuivi leur cursus à l'étranger dont 4 en double diplôme. Par ailleurs 1 étudiant de la promotion 2015 poursuit son cursus dans le Master international « Ingénierie Urbaine et Habitat » dont l'ensemble des cours est dispensé en anglais.



Recherche et Transfert de Technologie

Lancement de la Chaire industrielle ECO-SED- économie circulaire des sédiments

Le 2 avril 2014 a été officiellement lancée la chaire Ecosed dans le but d'explorer et valider les voies de valorisation des sédiments en technique routière, en préparation de matériaux cimentaires et également sous forme de matériaux de construction. Il s'agit avec 12 partenaires industriels et opérateurs, d'interroger les formes actuelles de gestion des sédiments. L'agence de l'eau Artois-Picardie, la société ARF, les carrières du Boulonnais, le Conseil Général du Nord, Colas, le Conseil Régional Nord-Pas-de-Calais, le Ministère de l'Écologie, du Développement

Effectifs

L'effectif du département est de 36 personnes :

- 5 professeurs
- 2 maitres assistants HdR
- 5 maitres assistants
- 1 ingénieur de recherche
- 6 techniciens
- 2 assistantes
- 7 post-doctorants
- 9 doctorants

L'année 2014 a été marquée par la soutenance de 7 thèses dirigées au département et par le recrutement d'un technicien spécialisé en géotechnique.

Avec un géologue, 4 physico-chimistes, une biologiste, 5 mécaniciens et géotechniciens, 1 spécialiste des milieux granulaires, 6 spécialistes de la caractérisation de la microstructure et 6 techniciens, le département est riche d'une grande complémentarité d'approches.

Durable et de l'Énergie, EDF, le grand port maritime de Dunkerque, HOLCIM, Lille Métropole Communauté Urbaine, la société Néo-éco et Voies Navigables de France se sont engagés sur 5 ans. La chaire mobilise 8 enseignants chercheurs du département Génie Civil et Environnemental et permet de capitaliser 20 années d'expérience et de réalisation à l'échelle 1 d'ouvrages routiers et bétons intégrant des sédiments maritimes et fluviaux. Des verrous scientifiques et économiques se posent encore tels que l'hétérogénéité des sédiments, les méthodes de traitement et de pré-processing, le transfert d'éventuels polluants et la présence de matière organique à des taux parfois élevés. Durant le second semestre 2014, les premiers résultats de valorisation, sous forme de ciment et de matériaux de construction, ont été obtenus. La collaboration fructueuse avec Jesus Cisneros, professeur de l'université de Las Palmas, a apporté au département son expérience du monitoring des sédiments de Venise. Enfin, l'appui au démarrage de la chaire Ecosed apporté d'une part par la Délégation Générale à la Prévention des Risques et d'autre part par le Conseil Régional du Nord-Pas-de-Calais ont été déterminant et sont concomitant à une réflexion sur l'évolution de la réglementation des déchets sédimentaires.

Les équipements

- spectromètre de Fluorescence X,
- spectromètre d'émission plasma (ICP-OES),
- chromatographie ionique,
- spectromètre d'absorption atomique à flamme,
- diffractomètre de RX,
- analyse Thermique Différentielle (ATD),
- porosimètre par intrusion de mercure,
- mesure de surface spécifique par adsorption d'azote,
- granulomètre laser,
- pycnomètre à hélium,
- cellules triaxiales,
- presses de 150 et 1000 kN (15 à 100 tonnes).

Toutes les observations ou mesures à des échelles microscopiques demandent une attention particulière vis-à-vis de la préparation des échantillons. Ainsi le département dispose d'un espace spécifique dédié à la préparation des échantillons comprenant notamment des équipements de :

- litholamellage
- enrobage sous vide,
- polissage en vue d'analyses micrographiques et macrographiques,
- observation par microscope optique ou loupe binoculaire.

Modélisation et simulation numérique

Le département Génie Civil et Environnemental a poursuivi le couplage pertinent modélisation-expérimentation dans de nombreuses études sur la valorisation de déchets des matériaux de construction. Les perspectives d'application de la modélisation granulaire pour les matériaux hétérogènes ont progressé avec les travaux actuellement en cours de parallélisation du code aux éléments discrets DemGCE (de type smooth DEM, Discrete element method), code développé en interne. Ces travaux de parallélisation (en mémoire partagée) ont été menés dans le cadre d'un soutien d'ingénieurs de calculs de la Maison De la Simulation (unité Mixte CEA-INRIA-CNRS ISMI). Des premiers résultats de performance (diminution du temps de calcul) ont été présentés lors du congrès international de calculs en mécanique WCCM XI-ECCM V-ECFD VI de Barcelone (20-25 juillet 2014). Plusieurs types d'interactions peuvent

maintenant être activées (forces de contact issues de la mécanique du solide, interaction de Van der Waals, forces électrostatiques, volumiques, etc.). Une nouvelle loi d'interaction a été développée et intégrée au code de calculs afin de prendre en compte la présence d'une couche de fluide interstitiel de type Binghamien encerclant les particules solides. Ce modèle peut ainsi être utilisé pour modéliser le comportement à l'état frais des bétons fluides. Il a été appliqué pour simuler des essais de cisaillement de type plan-plan ainsi que des essais métiers type Génie Civil comme l'affaissement au cône d'Abrams (CCR N° 58, 2014, 169-178).

Dans le cadre de la modélisation des granulaires « secs », ce code a été utilisé pour simuler des essais triaxiaux, pour une thèse en collaboration avec l'Université chinoise de Hohai. L'objectif était d'étudier les effets d'hétérogénéité de taille sur le comportement en cisaillement du milieu granulaire, de manière simplifiée dans un premier temps. Par ailleurs ce code de calculs, utilisé pour simuler des essais tribologiques spécialement dédiés à l'étude des interfaces milieu granulaire/paroi, a permis d'identifier plusieurs paramètres de rugosité des parois influençant la formation de la couche limite à l'interface béton – coffrage dans le cadre d'une thèse en codirection avec l'université d'Artois.

La valorisation de déchets et sous-produits industriels nécessite souvent d'établir une formulation optimale de matériaux granulaires sous des contraintes économiques et mécaniques importantes. Ainsi le département GCE a poursuivi en 2014 l'investissement de méthodes numériques d'optimisation afin

d'investiguer des méthodes de mélange de déchets – granulats non classiques. Cela fait l'objet d'une thèse démarrée en octobre 2014.

La thématique du transfert de polluant devient un axe de recherche essentiel du département. En 2014, le département a également poursuivi ses travaux de modélisations de transports réactifs en soutien des expérimentations, et est resté un contributeur actif au développement du code Hytech en collaboration avec l'école Mines Paristech.

La biocicatrisation des bétons

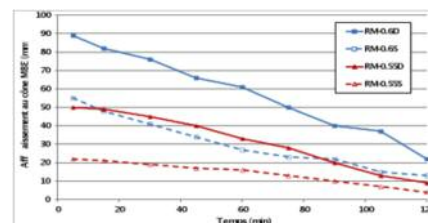
Les bétons présentent la particularité de pouvoir autocicatriser des microfissures. Cependant, à partir d'une certaine taille, typiquement la centaine de micromètres, l'autocicatrisation est limitée mais peut être favorisée par des adjuvants tels que des laitiers. Une thèse en cotutelle avec l'université de Sherbrooke, soutenue en décembre 2014, a permis de cerner les paramètres qui permettent d'optimiser la précipitation de calcite par des bactéries dans des microfissures.

Déconstruction du bâtiment

Les gravats de déconstruction du bâtiment et plus précisément les granulats de béton recyclés (GBR) font partie des axes de recherche de 5 enseignants chercheurs du département. C'est au travers du programme national Recybeton et de l'ANR Ecoreb que Mines Douai a poursuivi ses recherches sur la problématique des particules fines et de la pâte de ciment durcie issue des granulats recyclés qui ont la

propriété d'absorber une grande quantité d'eau. La poursuite d'une thèse en codirection avec l'école des Mines d'Alès a permis de préciser l'influence de l'état de saturation des sables recyclés sur le comportement rhéologique des mortiers. Par ailleurs, le département a poursuivi les essais concernant la valorisation de sédiments mélangés à des gravats de déconstruction. La durabilité des bétons contenant des GBR est également investiguée au département et des premiers résultats ont été obtenus sur le caractère potentiellement alcali réactif de certains granulats recyclés. Ces premiers travaux permettront sans doute d'adapter aux granulats recyclés les critères permettant de se prémunir de l'alcali réaction et d'adapter les méthodes de tris des gravats de déconstruction.

Figure 1 : Variation de l'affaissement au cône de mortiers de différents rapports E/C contenant des sables recyclés secs ou saturés (thèse de Z. Zhao).



Effect of blast furnace slag on self-healing of micro-cracks in cementitious materials, Haoliang Huang, Guang Yea, Denis Damidot, Cement and concrete research 2014

Figure 2 : ©actu-environnement.com



Effect of blast furnace slag on self-healing of micro-cracks in cementitious materials, Haoliang Huang, Guang Yea, Denis Damidot, Cement and concrete research 2014

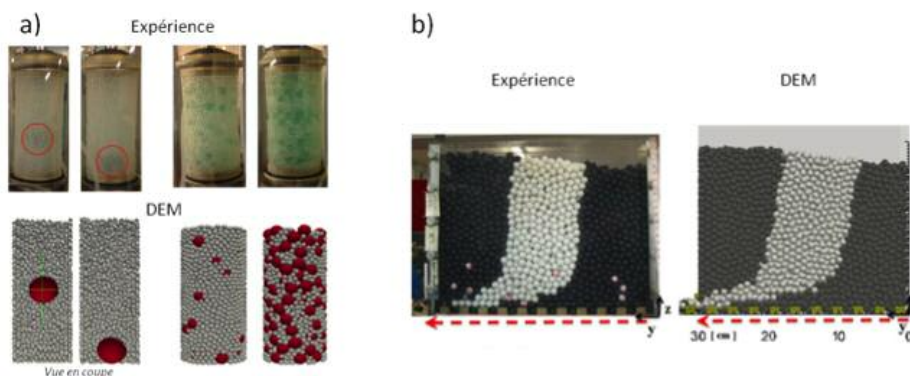


Figure :

- a) Inclusion d'hétérogénéité et effet de la polydispersité dans un milieu granulaire (modélisation de l'essai triaxial, thèse de K. Wu, Mines Douai/Université Hohai)
- b) Cisaillement d'un milieu granulaire par une paroi mobile rugueuse : comparaison entre profils expérimental et numérique (thèse de K El-Cheikh, Mines Douai / Université d'Artois)

Répondre aux problématiques des industriels

Par son expertise sur la valorisation des déchets, le département GCE se confronte à toutes sortes de problématiques liées à des sous-produits industriels. L'année 2014 a été marquée par une forte implication dans le projet Baux Geste, labellisé

par l'ADEME et piloté par l'industriel Alteo. Cet industriel de l'aluminium de spécialité souhaite trouver des voies de valorisation des résidus d'extraction de la bauxite – bauxaline® sous forme de matériaux de construction. Plusieurs pistes sont investiguées au sein d'un large consortium, telles que la réalisation de pavés ou de briques.

©terrealdeco.com



Les nouveaux liants pour la valorisation des déchets

Le département Génie Civil et Environnemental a poursuivi ses recherches sur les ciments sulfo-alumineux qui sont une voie prometteuse dans le traitement et l'inertage de certains déchets. Ils sont notamment connus pour présenter une meilleure compatibilité avec des métaux polluants présents dans les déchets tels que des cendres volantes. L'année 2014 a été consacrée à la synthèse à l'échelle du laboratoire de ciments sulfoalumineux. Le département a en effet l'équipement nécessaire à la synthèse de quantité de l'ordre du kilo et peut, au travers de divers partenariats, réaliser une synthèse à l'échelle industrielle. L'intérêt est de pouvoir faire varier les teneurs en réactifs afin de faire varier les phases ainsi formées et notamment la quantité de ye'elinite caractéristique de ces ciments alumineux.

four rotatif permettant au département la synthèse de clinker à l'échelle du laboratoire



Le département a par ailleurs accueilli un professeur australien, le Pr. Pre de Silva, spécialiste des géopolymères. Cette collaboration a permis à l'équipe de consolider les compétences du département dans la synthèse de ces matériaux. Ces polymères minéraux sont en effet une voie prometteuse de valorisation de certains résidus miniers mais également de sédiments de dragage.

Synthèse de géopolymères à base de sous-produits industriels : éprouvettes pour essais mécaniques



La ville intelligente et durable

Le département GCE a poursuivi en 2014 son implication dans la thématique de la ville intelligente et durable. Elle se traduit au niveau de l'enseignement par la participation au master international Ingénierie Urbaine et Habitat de l'université de Lille 1 et au travers de la mineure habitat intelligent à Mines Douai.

La valorisation des déchets urbains tels que les sédiments de canaux ou les gravats de déconstruction font partie intégrante de l'économie circulaire urbaine. En 2014, en partenariat avec Lille Métropole Communauté Urbaine et un industriel de la préfabrication, le département a mis ce concept en œuvre en réalisant une pré-étude pour la co-valorisation de cendres volantes et de sédiments de canaux lillois sous la forme d'hydrocils. Ces éléments préfabriqués en béton permettent de réaliser une sous couche routière drainante.





La durabilité des matériaux de construction est également au centre des préoccupations du département, notamment au travers de l'étude des interactions entre micro-organismes et matériaux. Ces interactions peuvent être néfastes ou bénéfiques pour le matériau. En effet, dans le premier cas, les micro-organismes peuvent générer une altération esthétique via la colonisation de la surface des matériaux par les algues et/ou une altération plus sévère d'origine chimique suite aux acides que les bactéries sulfoxydantes peuvent produire. Le département a poursuivi son partenariat avec le centre SPIN de l'Ecole des Mines de Saint Etienne et la société KERNEOS pour étudier l'effet de la composition chimique du mortier sur l'encrassement biologique des parements de façade. La bioréparation des matériaux conduit au contraire à un effet bénéfique. Ainsi, une thèse en collaboration avec l'université de Sherbrooke au Canada a été dévolue à la mise au point d'un système de réparation des bétons fissurés grâce à la bioprécipitation de calcite dans les micro-fissures. La dégradation des bétons peut également avoir une origine chimique due à l'alcali réaction. Une thèse de doctorat démarrée début 2014 porte sur l'étude de mécanismes réactionnels pouvant permettre d'inhiber cette réaction de gonflement des bétons. Elle ouvre la voie à la valorisation de sable et gravillons potentiellement réactifs dans la confection de béton durable, piste prometteuse dans les zones géographiques où l'exploitation des gisements fournit des granulats réactifs.

Le département est également actif dans le domaine de la requalification des espaces urbains dégradés. Il participe à l'animation du réseau Safir, regroupement de sites dégradés par une activité industrielle passée et dont certains, tels que le site de l'Union, se trouve en zone urbaine.

Colloques 2014

Colloque RF2B – Regroupement Francophone pour la Recherche et la Formation sur le Béton

Les 3 et 4 juillet 2014, Mines Douai a organisé les rencontres scientifiques annuelles du Regroupement Francophone pour la Recherche et la Formation sur le Béton. Ce réseau de laboratoires d'excellence francophones dans le domaine du Génie Civil compte 14 membres venant de France, Belgique, Luxembourg, Suisse et Canada (Québec). De nombreux industriels du secteur ont participé à ces rencontres. La durabilité des matériaux de construction a été l'un des thèmes centraux des présentations. La valorisation des coproduits et déchets et l'optimisation des formulations ont également rencontré un certain succès auprès des participants.

Les Journées techniques de l'Association Française des Opérateurs sur CO-produits industriels (AFOCO) ont été organisées le jeudi 5 juin 2014, à Mines Douai, après Marseille, Paris et Metz.



Organisée en partenariat avec la FNTP Nord-Pas-de-Calais et Mines Douai, elle a rassemblé les acteurs du privé, de l'Administration et de la Recherche sur le thème "Construire une économie circulaire avec les matériaux alternatifs industriels".

I2SM International Symposium on Sediment Management – Venise 2014 – 17, 18 et 19 septembre 2014 :

Le département Génie Civil et Environnemental a contribué à l'organisation du colloque 2014 aux côtés de Ferrara Fiere Congressi et de l'école Politecnico di Milano. Les conférences se sont axées sur la maîtrise du risque écologique dû aux sédiments pollués. Une session spéciale a été dédiée aux sédiments de réservoirs artificiels et barrage.



Activités scientifiques

Habilitations à Diriger des Recherches soutenues

- M. BENZERZOUR, VALORISATION DES MATERIAUX ALTERNATIFS DANS DES MATRICES A BASE CIMENTAIRE Mines Douai, Département GCE et USTL (LILLE 1) - 15 JANVIER 2014

Thèses soutenues

- H. AZRAR, Caractérisation et valorisation des sédiments dans le domaine du Génie Civil Université d'Artois - 04/12/2014 Directeur de thèse : N.-E. ABRIAK Encadrant : R. ZENTAR Financement: ARMINES
- J. DUCASSE-LAPEYRUSSE, Etude du potentiel des bactéries alcalinophiles pour la cicatrisation des matrices cimentaires INSA STRASBOURG - 18/12/2014 Directeurs de thèse : R. GAGNE, C. LORS Financement: Bourse recherche université de Sherbrooke
- F. JACQUEMOT, ACCELERATION DU DURCISSEMENT DES LIANTS A BASE DE LAITIER DE HAUT FOURNEAU POUR LES PRODUITS PREFABRIQUES EN BETON USTL (LILLE 1) - 27/11/2014 Directeur de thèse : D. DAMIDOT
- A. KASMI, Etude des propriétés physico-chimiques, mécaniques et environnementales des sédiments fluviaux : valorisation en technique routière Université Lille 1 Sciences et Technologies - 05/12/2014 Directeur de thèse : N.-E. ABRIAK Encadrant : M. BENZERZOUR Financement: ARMINES
- I. KHEZAMI, Caractérisation et valorisation des sédiments fluviaux en butte paysagère Ecole Centrale de Lille - 03/12/2014 Directeur de thèse : N.-E. ABRIAK Encadrants : M. BENZERZOUR, G. AOUAD Financement: ARMINES
- T. VALEYRE, Redéveloppement de friches industrielles en milieu urbain : croisement de données environnementales et d'aménagement Université Lille 1 Sciences et Technologies, Villeneuve d'Ascq - 11/12/2014 Directeurs de thèse : A. LABOUDIGUE, P. LAUDATI Encadrant : C. ALARY Financement: EPA
- Z. ZHAO, Re-use of fine recycled concrete aggregates for the manufacture of concrete and cement

USTL (LILLE 1) - 14/02/2014

Directeurs de thèse : D. DAMIDOT, S. REMOND

Articles dans revues avec comité de lecture

- R. ACHOUR, N.-E. ABRIAK, R. ZENTAR, P. RIVARD¹, P. GREGOIRE², Valorization of unauthorized sea disposal dredged sediments as a road foundation material, Environmental Technology Journal, pp 1-11, 10/03/2014. DOI: 10.1080/09593330.2014.889758
- 1 : Université de Sherbrooke (Canada)
- 2 : Port autonome de Dunkerque
- H. AZRAR, N.-E. ABRIAK, R. ZENTAR, CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE ET ENVIRONNEMENTALE DES SEDI-MENTS MARINS DRAGUES AU SUD DE LA FRANCE, Journal of Catalytic Materials and Environment, Vol XI, pp 29-34, 2014
- F. BELLMANN¹, J. LEPPERT², M. GÖRLACH², M. . KRBETSCHKE³, D. DAMIDOT, H.-M. LUDWIG⁴, Analysis of disorder in tricalcium silicate by ²⁹Si NMR spectroscopy and additional methods, Cement and Concrete Research, Vol 57, pp 105-116, 2014. DOI: 10.1016/j.cemconres.2013.12.006
- 1 : Finger Institut - Bauhaus - Universität Weimar
- 2 : Leibniz Institute for Age Research - Fritz Lipmann Institute, Beutenbergstr. 11, 07745 Jena, Germany
- 3 : TU Bergakademie Freiberg, Leipziger Straße 23, 09596 Freiberg, Germany
- 4 : Bauhaus-Universität Weimar
- M. BENZERZOUR, W. MAHERZI, N.-E. ABRIAK, M. BOUTOUIL¹, Road material's design based on marine dredging sediment and sand, treated with hydraulic road binders. , Journal of Catalytic Materials and Environment, Vol 11, pp 9-14, 2014
- 1 : ESITC CAEN
- M. BENZERZOUR, R. GAGNE¹, N.-E. ABRIAK, N. SEBAIBI, Experimental and numerical study of the structural and cracking behavior of an overlaid slab panel under cyclic flexural loading. , Construction and Building Materials, pp 24-32, Février 2014
- 1 : Université de Sherbrooke (Canada)
- M. BENZERZOUR, R. MANSI, N.-E. ABRIAK, Mathematical model to manage the sediment's decontamination for beneficial use, Journal of Catalytic Materials and Environment, Vol 12, pp 1-6, 2014
- J. CAMILLERI¹, L. GRECH², K. GALEA¹, D. KEIR³, M. FENECH¹, L. FORMOSA¹, D. DAMIDOT, B. MALLIA¹, Porosity and root dentine to material interface assessment of calcium silicate-based root-end filling ma-

Contacts

Responsable du Département Jean DE ZELICOURT

03 27 71 24 20

jean.de.zelicourt@mines-douai.fr

Adjoint en charge de la Recherche Nor Edine ABRIAK

03 27 71 24 10

Nor-edine.abriak@mines-douai.fr

Responsable de l'option Génie Civil Rachid ZENTAR

03 27 71 24 18

Rachid.zentar@mines-douai.fr

Responsable de la filière PPIB et Mastère PPIB

Mahfoud BENZERZOUR

03 27 71 24 19

Mahfoud.benzour@mines-douai.fr

Secrétariat

Carole DELCHAMBRE

Tél : 03 27 71 24 25

Jacqueline WOITRAIN

Tél : 03 27 71 26 81

Fax : 03 27 71 29 16

Site Web : <http://gce.mines-douai.fr/>

terials, *Clinical Oral Investigations*, Vol 18, N°5, pp 1437-1446, 2014. DOI: 10.1007/s00784-013-1124-y

1 : Faculty of Dental Surgery, University of Malta,

2 : Faculty of Engineering, University of Malta,

3 : Fairbanks, AK, USA

• D. CHICOT¹, M. YETNA N'JOCK², E. PUCHI-CABRERA³, A. LOST⁴, M. STAIA³, G. LOUIS, G. BOUSCARRAT⁵, R. AUMAITRE⁵, A contact area function for Berkovich nanoindentation: Application to hardness determination of a TiHfCN thin film, *Thin Solid Films*, N°558, pp 259-266, 20/02/2014. DOI: 10.1016/j.tsf.2014.02.044

1 : Université des Sciences et Technologies de Lille

2 : USTL (LILLE 1)

3 : Universidad Central, Caracas, de VENEZUELA

4 : Arts et Métiers ParisTech

5 : Centre d'Ingénierie en Traitements et Revêtements de surface Avancées

• M. DIA, J. RAMAROSON¹, A. NZIHOU¹, R. ZENTAR, N.-E. ABRIAK, G. DEPELSENAIRE, A. GERMEAU, Effect of chemical and thermal treatment on the geotechnical properties of dredged sediment, *Procedia Engineering*, Vol 83, pp 159-169, 11/2014

1 : Mines Albi

• J. DUCASSE-LAPEYRUSSE, R. GAGNE¹, C. LORS, D. DAMIDOT, Traitement de mortiers fissurés par biocicatrisation : vers une évaluation quantitative de l'efficacité bactérienne Cracked mortars' treatment by biohealing: toward a quantitative assessment to the bacterial efficiency, *Matériaux et Techniques*, Vol 102 (105), 1, pp 105-115, 21 Avril 2014. DOI: 10.1051/mattech/2014008

1 : Université de Sherbrooke (Canada)

• L. FORMOSA¹, D. DAMIDOT, J. CAMILLERI¹, Mercury intrusion porosimetry and assessment of cement-dentin interface of anti-washout-type mineral trioxide aggregate, *Journal of Endodontics*, Vol 40, N°7, pp 958-963, 2014. DOI: 10.1016/j.joen.2013.11.015

1 : Faculty of Dental Surgery, University of Malta,

• P. GREGOIRE¹, M. BENZERZOUR, N.-E. ABRIAK, D. DAMIDOT, Bioaccumulation dans les tissus des espèces marines fréquentant les zones d'immersion, *Marine Sciences & Coastal Research*, pp 1-14, juin 2014

1 : Port autonome de Dunkerque

• H. HAOLIANG¹, Y. GUANG², D. DAMIDOT, Effect of blast furnace slag on self-healing of microcracks in cementitious materials, *Cement and Concrete Research*, Vol 60, pp 68-82, 2014. DOI: 10.1016/j.cemconres.2014.03.010

1 : Microlab, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Delft University of Technology

2 : Magnel Laboratory for Concrete Research, Department of Structural Engineering, Ghent University,

• A. KASMI, M. BENZERZOUR, N.-E. ABRIAK, W. MAHERZI, Study of physico-chemical and environmental characterization of raw sediment and dehydrated sediment by the addition of a flocculent, *Journal of Catalytic Materials and Environment*, Vol 12, 2014

• A. KIMBONGUILA, S. REMOND, Discrete element modeling of the microstructure of fine particle agglomerates in sheared dilute suspension, *Physica A*, N°412, pp 66-83, 25/06/2014. DOI: doi.org/10.1016/j.physa.2014.06.023

• W. MAHERZI, M. BENZERZOUR, F. BEN ABDELGHANI, Essais d'aptitude au traitement des sédiments de dragage marins en vue de leur valorisation en techniques routières, *Déchet Sciences et Techniques*, N°68, pp 16-22, Novembre 2014

• I. MOUNDOUNGOU, D. BULTEEL, E. GARCIA-DIAZ¹, V. THIERY, P. DEGRUGILLIERS, J. HAMMERSCHLAG², Reduction of ASR expansion in concretes based on reactive chert aggregates: Effect of alkali neutralisation capacity, *Construction and Building Materials*, N°54, pp 147-162, 2014

1 : Mines Alès

2 : HOLCIM Group Support

• S. REMOND, P. PIZETTE, A DEM hard-core soft-shell model for the simulation of concrete flow, *Cement and Concrete Research*, Vol 58, pp 169-178, 2014

• N. SEBAIBI, M. BENZERZOUR, N.-E. ABRIAK, Influence of the distribution and orientation of fibers in a reinforced concrete with waste fibers and powders, *Construction and Building Materials*, Vol 65, pp 254-263, 29 Août 2014

• E. SOKOL¹, S. KOKH¹, Y. VAPNIK¹, V. THIERY, S. KHORZHOVA¹, Natural analogs of belite sulfoaluminate cement clinkers from Negev Desert, Israel, *American Mineralogist*, Vol 39, N°7, pp 1471-1487, 2014

1 : Siberian branch of the Russian Academy of Science

• V. THIERY, Characterization of fibrous mimetite, *Microscopy and Microanalysis*, Vol 20, N°2, pp 596-601, 2014

• T. Hien. TRAN, A. GOVIN¹, R. GUYONNET², P. GROSSEAU², C. LORS, D. DAMIDOT, O. DEVES³, B. RUOT³, Influence of the intrinsic characteristics of mortars on biofouling: Comparison between laboratory and field scale experiments, *International Biodeterioration & Biodegradation*, Vol 86, pp 334-342, 2014

1 : Mines Saint-Etienne

2 : SPIN - Ecole des Mines de Saint Etienne, France

3 : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

• D. WANG, N.-E. ABRIAK, R. ZENTAR, One-dimensional consolidation of lime-treated dredged Harbour sediments, *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, pp CD ROM, 17/07/2014. DOI: doi.org/10.1080/19648189.2014.939309

DEPARTEMENT INFORMATIQUE ET AUTOMATIQUE

Créé en 2001 par rassemblement du Département Informatique et de la quasi-totalité du Département Productique, le Département Informatique et Automatique contribue aujourd'hui par ses missions de formation, de recherche, de transfert de technologie, d'ingénierie et d'assistance technique à une large diffusion des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC) et de leurs usages, dans différents secteurs d'activités (industrie, services, transport, administration, enseignement, ...). Ces dernières années, il s'est structuré et renforcé sur le plan de la recherche, en mettant en place une organisation originale s'appuyant sur une Unité de Recherche (URIA) et sur un Centre de Ressources, d'Ingénierie et de Développement (CRID).

Présentation

Les compétences du département Informatique et Automatique concernent les systèmes d'information et de communication, les systèmes et processus industriels, le génie industriel et le management de la qualité.

La transversalité de ses compétences lui permet d'aborder des problématiques liées à de nombreux domaines d'application, en intégrant les préoccupations du développement durable. En matière de recherche, les domaines suivants sont particulièrement ciblés : Robotique, STIC&Santé, Habitat Intelligent, Energie et Environnement, Transports, Procédés Industriels.

Le département a également la particularité de disposer d'un fort potentiel en ingénieurs d'études et de développement, en mesure d'apporter un soutien efficace aux enseignants-chercheurs, permettant ainsi de mener une recherche finalisée et un soutien à l'innovation correspondant aux attentes des industriels et aux besoins socio-économiques en général.

Outre ses missions d'enseignement, de recherche et de transfert de technologie pour l'industrie, il est également chargé d'assurer les fonctions DSI, la logistique informatique (matériels, logiciels, moyens de calcul, réseaux) et le soutien aux autres départements et services, aux unités de recherche, ainsi qu'aux créateurs d'entreprises accueillis par l'incubateur technologique de Mines Douai.

Enfin, le département mène des activités de prestations informatiques pour différents ministères et services de l'Etat. Retenu par le Ministère chargé de l'Industrie dans les années 80 pour constituer un Pôle de compétence et de soutien informatique national pour ses services déconcentrés, il poursuit aujourd'hui des études et prestations à forte valeur ajoutée (ingénierie, développement, maintenance, hébergement de systèmes) pour différents ministères (Economie, Industrie, Environnement).

Thèmes de recherche et formations

Recherche

Le positionnement scientifique du département et de son unité de recherche concerne l'**ingénierie des systèmes évolutifs**. L'objectif est de tirer profit des interactions entre les domaines de l'informatique et de l'automatique pour développer un ensemble

d'outils et de méthodes permettant de comprendre, concevoir, gérer et exploiter ces systèmes. Cela couvre les domaines scientifiques de l'**ingénierie de la décision**, du **traitement du signal**, de l'**automatique**, du **génie logiciel** et de l'**intelligence artificielle**.

L'orientation donnée aux travaux tend à faire converger les thématiques informatique et automatique, et à accroître leur impact dans le monde industriel et socio-économique.

Trois thèmes sont ainsi développés :

- l'ingénierie des composants pour applications réparties et embarquées (ICARE),
- les agents, l'apprentissage et l'adaptation (A³),
- la modélisation et le suivi de systèmes évolutifs (SUSE).

Plus précisément, les travaux abordent :

- les systèmes embarqués et les équipements intelligents,
- les systèmes complexes et dynamiques (modélisation, adaptation et évolution),
- la décision en environnement évolutif et l'élaboration de stratégies d'adaptation.

L'unité de recherche mène une recherche académique tournée vers l'excellence scientifique, une recherche partenariale contractuelle démontrant sa capacité à se positionner sur des sujets répondant à des défis sociétaux et débouchant sur une valorisation économique, une formation par la recherche et notamment avec une ambition de contribuer à la formation de docteurs pour l'industrie, ayant vocation à être recrutés dans le monde de l'entreprise pour y développer de la recherche et de l'innovation.

Les ingénieurs et techniciens du Centre de Ressources, d'Ingénierie et de Développement du département contribuent quant à eux aux travaux de l'unité de recherche IA et autres unités de recherche de Mines Douai, en apportant un soutien aux chercheurs par la conception et la réalisation de démonstrateurs de laboratoire, de prototypes industriels, de logiciels spécifiques et par la mise en œuvre de différents moyens matériels et logiciels dont des ressources de calcul intensif.



Transfert

Département pluridisciplinaire, il développe également des projets de transfert de technologie, d'ingénierie et d'assistance technique notamment :

- en informatique et télécommunications : la conception, la réalisation et la maintenance de systèmes d'information complexes et distribués couvrant les aspects liés au génie logiciel et aux bases de données, à l'intégration de solutions réseaux et télécoms, à la sécurité informatique, aux technologies internet/intranet,
- en automatique et informatique industrielle : la conception électronique à base de microcontrôleurs et processeurs, l'automatisation et la supervision de processus industriels et de procédés de fabrication robotisés, le développement d'applications temps réel mettant en œuvre les technologies liées à la vision, à l'intelligence artificielle, à l'informatique embarquée et instrumentation intelligente, aux cartes à puce et RFID,
- en ingénierie de process assistée par ordinateur et génie industriel : la mise en œuvre des technologies de conception et de production assistées par ordinateur, la conception et la simulation de cellules de production, les solutions robotiques autonomes et télé-supervisées, les méthodes et outils pour la maîtrise des procédés, la maintenance prédictive et la supervision adaptative, la détection et le pronostic de défaillances.

Formations

Le Département Informatique et Automatique est fortement impliqué dans les formations :

- **En formation initiale et formation continue diplômante** d'élèves-ingénieurs, dans le cadre des unités d'enseignement du tronc commun, il assure les enseignements en électronique, automatique et informatique. Il intervient également dans les 6 mineures suivantes : « Mise en forme des matériaux et automatismes », « Acquisition, traitement des mesures et régulation », « Applications mobiles et

systèmes embarqués », « Ingénierie de la décision », « Qualité et sécurité des systèmes d'information et de production » et « Habitat Intelligent ».

Il a également la responsabilité pédagogique de 3 majeures et de 4 options :

- **Majeure « Ingénierie des Systèmes d'Information et de Communication » (ISIC)** dont l'objectif est de former des ingénieurs pluridisciplinaires, sachant concevoir, réaliser, mettre en œuvre ces systèmes, et les manager. Les ingénieurs diplômés sont à même de développer des produits innovants basés sur les nouvelles technologies, de les intégrer ou de les adapter aux entreprises. Cette majeure débouche sur l'option de même nom.

- **Majeure « Optimisation et Automatisation des Processus Industriels » (OAPI)** qui donne aux élèves ingénieurs une culture scientifique et technique pluridisciplinaire autour de l'automatisation et la supervision industrielle, la conception et la simulation des processus, et enfin la gestion et le management d'unités de production. Cette majeure donne la possibilité de poursuivre vers l'option « **Génie Industriel et Développement Durable** » ou l'option « **Systèmes Embarqués Intelligents** » plus en lien avec la recherche menée par le département.

- **Majeure « Ingénierie de la Qualité » (IQ)** ayant pour objectif de former ses élèves aux principaux outils ayant trait à la qualité et au management du génie industriel,

dont la métrologie, mais également au management intégré ou QSE (Qualité, Sécurité, Environnement). Cette majeure permet également d'accéder à l'option « Génie Industriel et Développement Durable » déjà citée et propose en alternative aux élèves de se spécialiser en « **Management Intégré des Organismes** ».

Le département intervient également dans **la formation continue diplômante à distance** dans les disciplines électronique, signaux et systèmes, et informatique.

- **En formation par apprentissage et par alternance**, il participe à la formation d'ingénieurs spécialisés en Productique, formation de Mines Douai en partenariat avec inGHenia.

- **En formation professionnelle**, le département organise différents stages (conception et maintenance des systèmes industriels, CFAO, automatisation et supervision des process, suivi de production, informatique, qualité ...).

- **En formation ouverte et à distance**, il s'implique depuis de très nombreuses années dans le développement des Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement (TICE), tant en termes de réalisation de contenus qu'en termes d'hébergement et d'administration de plates-formes pour les apprenants.





Effectifs

L'effectif du département (hors stagiaires) est de 62 personnes :

- 13 enseignants-chercheurs dont 5 HDR,
- 20 ingénieurs-enseignants,
- 8 techniciens,
- 3 personnels administratifs,
- 15 doctorants,
- 3 post-doctorants.

Principaux équipements

Le département occupe 4500 m² d'ateliers, de laboratoires et de salles d'enseignement totalement rénovés en 2006 et 2013, et dispose des moyens suivants :

- Salles de formation (PC sous Windows et Linux),
- Postes de développement PC, MAC et Tablettes (IOS, Android, Windows), stations de calculs et logiciels associés,
- Logiciels d'ingénierie de process, de conception, de simulation, de fabrication, de gestion de production,
- Logiciels de conception de cellules robotisées et automatisées,
- Logiciels de conduite et de supervision,
- Cellule de production flexible (robots in-

dustriels, systèmes de vision industriels, PLC et SNCC),

- Automates programmables, commandes numériques, machines de prototypage rapide,
- Atelier de réalisation de circuits imprimés et de cartes électroniques,
- Plates-formes communicantes (robots mobiles, capteurs intelligents, systèmes de vision, objets communicants, ...),
- Plates-formes énergétiques,
- Bancs de mesure de rayonnement en champ proche, mesure d'efficacité de blindage,
- Deux salles serveurs sécurisées pour l'hébergement de systèmes (280 serveurs physiques et passerelles de communication hébergés),
- Un cluster de calcul haute performance de 600 cœurs,
- Systèmes de visio-conférence.

Par ailleurs, le département gère le réseau informatique à haut débit de Mines Douai (3000 points de connexion) qui irrigue ses trois sites, ainsi que trois accès à l'Internet dont un via Noropale (plaque régionale de RENATER - Réseau National de télécommunications pour la Technologie, l'Enseignement et la Recherche), des accès à différents réseaux de communication ministériels et diverses autres liaisons spécialisées exploitées dans le cadre de ses activités contractuelles. Il assure la

maintenance d'environ 900 postes et stations de travail répartis dans l'Ecole pour la formation, la recherche et l'enseignement.

Chiffres de l'année

Formation :

- Nombre d'élèves en formation sur les 2 dernières années du cursus d'ingénieurs (Formation Initiale et Formation Continue Diplômante) : 179 dont 31 élèves en dernière année dans un établissement partenaire français ou étranger.

Stages de formation professionnelle :
- 17100 heures-stagiaires.

Activités scientifiques :

- 1 brevet déposé,
- 1 HDR soutenue,
- 3 thèses soutenues,
- 1 master soutenu,
- 11 articles parus dans des revues internationales avec comité de lecture,
- 4 participations à ouvrage,
- 23 communications internationales avec comité de sélection et actes,
- 4 communications nationales avec comité de sélection et actes,
- 6 conférences internationales organisées ou co-organisées.

Faits marquants de l'année

Enseignement

Une réflexion a été menée au cours de ces dernières années visant à faire évoluer les domaines d'approfondissement proposés aux élèves tout en s'inscrivant dans la réforme générale de l'enseignement entreprise à Mines Douai avec le passage de 4 années à 3 années pour la formation initiale. Elle a abouti ainsi à un nouveau projet pédagogique offrant plus de possibilités de parcours pour les élèves et de nouveaux débouchés, tout en consolidant les bases d'enseignement des options qui existaient précédemment, jugées très satisfaisantes par les élèves. Ce projet pédagogique a été validé par des comités d'experts en 2011 pour ce qui est des majeures « Optimisation et Automatisation des Processus Industriels » et « Ingénierie de la Qualité » et en 2012 pour la majeure « Ingénierie des Systèmes d'Information et de Communication ». En dernière année, le département propose désormais 4 options : « Ingénierie des Systèmes d'Information et de Communication » (ISIC), « Génie Industriel et Développement Durable » (GI-DD), « Systèmes Embarqués Intelligents » (SEI) et « Management Intégré des Organismes » (MIO).

S'agissant des enseignements de tronc commun notamment dans l'Unité d'Enseignement « Mathématiques - Informatique », les enseignements en informatique ont été revus en 2014 avec un programme

plus axé sur la « culture numérique » et l'usage de l'informatique en entreprise, accompagné d'une augmentation du volume horaire notamment des TD/TP. Cette évolution vise notamment à accroître les connaissances de base en informatique nécessaires à tout ingénieur généraliste, et de rendre plus attractives la majeure et l'option ISIC, compte tenu des importants débouchés que propose le secteur du numérique. D'autres personnels du département ont assuré l'animation et les évolutions de l'UE « Electrotechnique - Electronique - Automatique ». Par ailleurs, il est à noter le succès remporté auprès des élèves par la nouvelle mineure relative à l'habitat intelligent, qui a été proposée à la rentrée 2014.

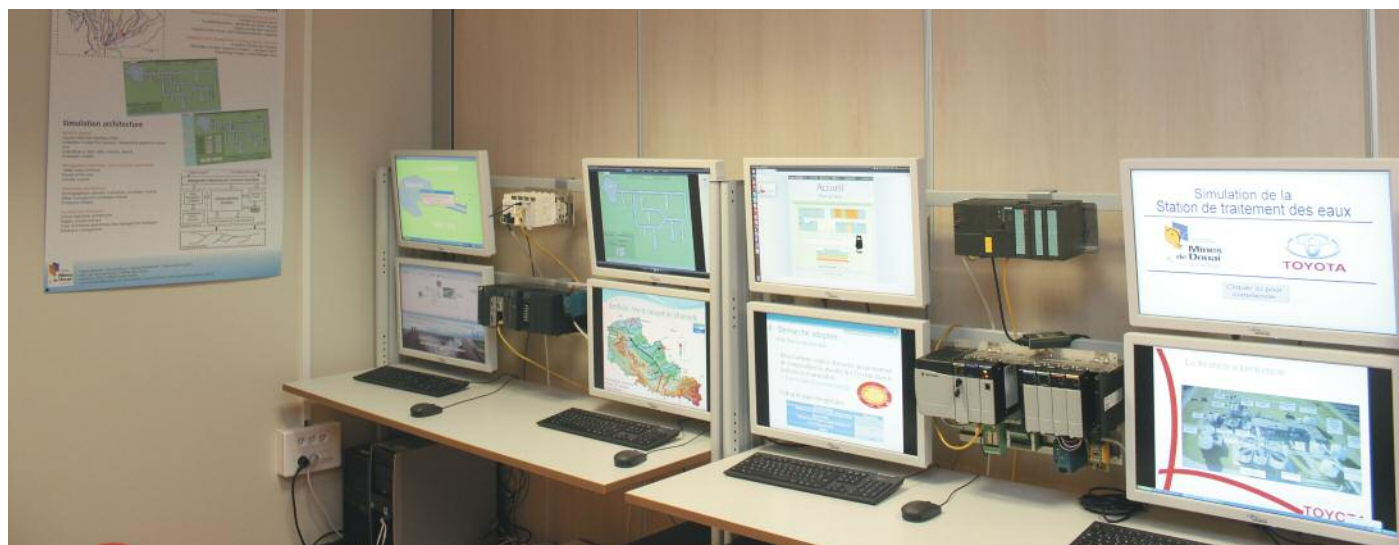
31 élèves ont suivi leur dernière année dans un établissement partenaire français ou étranger qui, selon les cas, leur permet d'obtenir un double diplôme. Les partenaires étrangers font partie de différents pays : Angleterre, Ecosse, Allemagne, Autriche, Suisse, Pologne, Canada, Chili, Brésil, Chine, Japon, Inde, ...

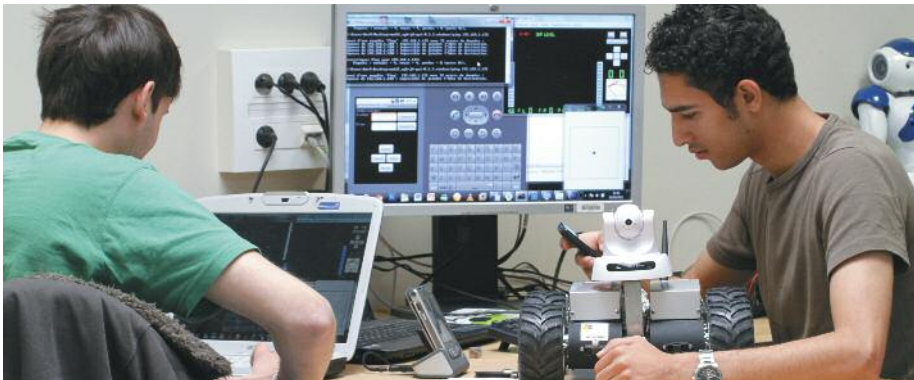
Le département est membre de l'association Pasc@line regroupant des professionnels de l'informatique et des établissements d'enseignement supérieur. Il maintient également ses relations avec le Syntec Numérique. Dans cette logique, en 2014, Mines Douai a signé un nouvel accord de partenariat avec SOPRA Groupe. La veille réalisée et les échanges avec les entreprises permettent d'adapter les projets pédagogiques aux besoins du marché.

Le département participe également à la promotion de certaines filières de formations (informatique, informatique industrielle, robotique, ...) auprès des collègues et lycées ou d'autres publics, en organisant ponctuellement des visites et en participant à des manifestations comme « Planète-Sciences » ou la semaine européenne de la Robotique.

Comme depuis de nombreuses années, avec le soutien du Conseil Régional du Nord-Pas-de-Calais, le département a organisé un stage de formation continue de niveau bac+2 pour des demandeurs d'emploi dans le domaine de la Conception et de la Maintenance des Systèmes Industriels (CMSI). Il a également mené un certain nombre d'actions de formation professionnelle pour des entreprises, notamment en supervision industrielle et en suivi de production, et pour des services de l'Etat sur des applications métiers.

Enfin, il a poursuivi son implication dans des projets relatifs aux TICE par le biais de propositions et de développement de modules de formation à distance dont des MOOCs (Massive Open Online Courses) dans le cadre de la Grande Ecole Virtuelle (GEV) de l'Institut Mines-Télécom et d'UNIT (Université Numérique Ingénierie et Technologie), de prestations d'hébergement de plates-formes de FOAD pour des apprenants ainsi que d'autres actions d'ingénierie en collaboration très étroite avec la cellule IM@GINE (Ingénierie Multimédia et Accompagnement à la Génération d'Innovations Educatives) de Mines Douai.





Recherche et Transfert de Technologie

Le cadre général et fédérateur des travaux de recherche porte sur l'ingénierie des systèmes évolutifs. Les objectifs visés consistent à :

- Analyser, modéliser et suivre les comportements de systèmes dynamiques, complexes et en interaction avec un environnement non contrôlé,
 - Aider à la conception, à la gestion voire à l'autogestion de tels systèmes.
- Les travaux se déclinent selon trois thèmes comme détaillés ci-dessous étant entendu que des actions transversales à ces thèmes sont également réalisées.

Le thème ICARE (Ingénierie des composants pour applications réparties et embarquées) est relatif aux domaines scientifiques du Génie Logiciel et de l'Intelligence Artificielle.

Les objectifs sont de définir des modèles et des outils facilitant le développement de logiciels modulaires et adaptables dynamiquement pour les systèmes embarqués et/ou distribués et plus particulièrement les systèmes robotiques.

En termes de modularité, sont définis des modèles de composants prenant en compte les contraintes des systèmes embarqués et distribués (ressources limitées, tolérances aux déconnexions, ...).

Du point de vue de l'adaptation, les travaux reposent sur l'utilisation de la réflexion dans les langages de programmation dynamiques et les modèles d'agents pour assurer l'évolution dynamique de l'architecture logicielle en fonction des changements de contextes d'exécution.

Sont également élaborés des outils de développement et des mécanismes d'exécution spécifiquement adaptés à ces systèmes.

Ces travaux font l'objet de plusieurs thèses cofinancées soit par l'ANR dans le cadre de l'Institut Carnot M.I.N.E.S, soit par le Conseil Régional du Nord-Pas-de-Calais. Elles sont codirigées selon les cas, avec l'équipe RMOD de l'INRIA Lille – Nord Europe, établissement avec lequel Mines Douai et ARMINES ont signé une convention de collaboration scientifique, avec le LIRMM et Mines Alès, ou plus récemment avec l'ENSTA Bretagne.

Des projets de recherche financent également ce thème autour de la robotique mobile autonome, permettant le recrutement de post-doctorants et la réalisation de démonstrateurs. En 2014, on peut citer le projet CAIRE, financé par la Région Nord-Pas-de-Calais, qui a pour objet l'utilisation des robots pour déterminer la cartographie de champs rayonnés en partenariat avec l'INRIA Lille - Nord Europe et l'IEMN. Autre exemple, le projet SUCRé, qui regroupe un large consortium de partenaires du GIS GRAISyHM (Groupement de Recherche en Automatisation Intégrée et Systèmes Homme-Machine) du Nord-Pas-de-Calais et du GIS EVREST (EVALuation et améliORation de la sÛreté et de la résilience des systÈmes par la modélisation et par la simulation) de Champagne-Ardenne, et dont le thème porte sur la coopération Homme(s)-Robot(s) en milieu hostile, avec des financements régionaux.

Au-delà des publications et conférences, il est à noter l'importance des plates-formes matérielles et logicielles mises en œuvre dans le cadre de ce thème, servant aussi à l'enseignement, ainsi que la production d'outils logiciels libres régulièrement primés par la communauté ESUG (European Smalltalk User Group).



Le thème A^3 (Agents, apprentissage et adaptation) est relatif à l'Intelligence Artificielle et à l'Ingénierie de la Décision.

Son objectif est de définir un ensemble de méthodologies de modélisation et d'aide à la décision en intégrant les aspects dynamiques et évolutifs du système étudié. Ce thème s'appuie sur la connaissance des modèles de classification dynamique issus des travaux du thème SUSE décrit ultérieurement et sur les savoir-faire développés dans le thème ICARE portant sur l'adaptation logicielle.

Les contributions en termes de modélisation couvrent principalement la mise à jour continue des espaces de décision (classificateurs adaptatifs à base de SVM et de mélanges de Gaussiennes, sélection et adaptation des caractéristiques).

Concernant l'aide à la décision, les principales originalités concernent la construction de simulateurs multi-agents en exploitant les contributions en modélisation dynamique, la coordination (via des méthodes de satisfaction de contraintes couplées à des processus de décision markoviens), et l'adaptation (par le biais d'architectures d'agents flexibles à base de composants).

La complémentarité entre ces différentes approches se manifeste particulièrement au travers d'applications dédiées à l'analyse et à la simulation des différents comportements humains en interaction avec des systèmes complexes et intelligents. De plus, elle ouvre des perspectives intéressantes autour des interfaces homme, robot, espace intelligent.

Les travaux ont tout particulièrement porté en 2014 sur la simulation d'espaces de vente dans le cadre d'une thèse soutenue par le PICOM et la Région Nord-Pas-de-Calais, la classification d'actions et d'activités humaines via une nouvelle thèse en co-direction avec le laboratoire IRSEEM de l'ESIGELEC, l'analyse de comportements dans le contexte de l'habitat intelligent avec une thèse co-encadrée avec TIMC IMAG – UJF Grenoble, et la classification d'activités humaines via une thèse codirigée avec Télécom Lille.

En termes de projets de recherche, au-delà des contributions aux projets CAIRE et SUCRÉ évoqués précédemment, on peut citer :

- le projet REPAR (Représentation Parcimonieuse et Apprentissage Dynamique pour le Signal et l'Image) financé par la Région Nord-Pas-de-Calais,
 - le projet ECOCONFORT sur la télé-régulation des consommations d'énergie et chauffage, et du confort dans l'habitat social, financé par la Région Nord-Pas-de-Calais dans le cadre du cluster « Habitat et Bâtiment Intelligent » dont une version élargie sera déposée au prochain appel à projets FUI en 2015,
 - un contrat avec la société AILYAN pour l'utilisation de smartphones intégrés à un système d'aide pour le maintien à domicile des personnes âgées ou à mobilité réduite.
- Dans le domaine de l'aide à la personne, un brevet « iBalance » a également été déposé en 2014, portant sur un système intégré sur smartphone pour l'évaluation et la rééducation de la posture à l'aide d'exercices personnalisés et d'un retour sensoriel.

Par ailleurs, des investissements et développements seront également poursuivis en 2015 afin de compléter un démonstrateur grandeur réelle d'habitat intelligent-domotique dans nos locaux, qui servira de vitrine technologique à nos travaux menés sur ce thème (optimisation de la gestion énergétique, système d'aide à la personne dépendante ou à mobilité réduite et isolée). Certains de ces développements sont également exposés sur la plateforme SMARTHOME du CITC à EuraTechnologies depuis 2014.

Enfin le **thème SUSE (Modélisation et suivi de systèmes évolutifs)** concerne l'Automatique et le Traitement du Signal. Il s'intéresse à la caractérisation des systèmes évolutifs dans un contexte de détection, de diagnostic et de pronostic de leurs évolutions.

L'objectif est de disposer d'un ensemble d'outils basés sur le traitement des données issues du système ou du processus à suivre et permettant de modéliser le fonctionnement des systèmes évolutifs complexes afin d'en faciliter la conduite et la maintenance prévisionnelle.

L'expertise développée dans ce thème s'appuie sur des savoir-faire en termes de techniques d'estimation de systèmes par identification, de la théorie de la réalisation, de la réduction de modèles et classification dynamique (modèles boîte noire ou boîte grise).

Ces modèles sont utilisés afin de détecter et localiser l'occurrence de fautes ou de nouveaux modes influençant les processus, en particulier les changements de comportement et les défaillances progressives.

Au-delà des outils de détection et de diagnostic que développent les chercheurs de ce thème, des approches de pronostic sont également étudiées.

Les domaines d'application privilégiés sont les systèmes énergétiques, environnementaux et de transport où les recherches menées visent à améliorer l'efficacité de production et la disponibilité et faciliter la gestion et la maintenance.

Pour ce thème SUSE, au-delà des thèses, plusieurs projets de recherche ont été financés en 2014. On peut citer par exemple :

- le projet RAIL 3T (analyse d'intégrité de la tête de rail par vision, courant de Foucault et ultrasons), labellisé en 2010 par les Pôles i-TRANS et OPTITEC, et financé par le FUI,
- les projets DFSER (Disponibilité et fiabilité des sources d'énergies renouvelables) labellisé par le Pôle MEDEE et ESTIREZ (Estimation distribuée de systèmes dynamiques en réseaux) financés par la Région Nord-Pas-de-Calais,
- le projet GEPET-Eau sur la gestion efficace prédictive et adaptative de la ressource en eau des voies navigables dans un contexte de changement climatique, financé par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie.

En plus des travaux de recherches finalisés et académiques décrits précédemment, le département maintient un important volume d'activités industrielles via des contrats d'études, de développement et d'expertises de processus industriels (logiciels de supervision, automatismes et communications, systèmes

temps réel, informatique embarquée, systèmes d'information, CFAO) pour des entreprises ou des porteurs de projets de l'incubateur technologique de Mines Douai (APUI).

Soutien aux unités de recherche de l'Ecole

Au delà des collaborations avec l'Unité de Recherche IA, le Centre de Ressources, d'Ingénierie et de Développement du département apporte une expertise et un soutien aux autres unités de recherche de Mines Douai, principalement selon 2 axes :

- La conception et la réalisation de démonstrateurs de laboratoire, de prototypes industriels et de logiciels à caractère scientifique ou non,
- La mise en œuvre de nombreux moyens matériels et logiciels notamment un cluster de calcul haute performance multidisciplinaire de tout premier plan au niveau régional. Ce cluster est aussi accessible aux partenaires académiques et industriels. Ces moyens de calcul sont en cours d'évolution afin de répondre à court terme aux besoins des projets « Big Data ».

Etudes et Prestations informatiques

Comme pour les années précédentes, les activités contractuelles en informatique ont généré un chiffre d'affaires significatif. Les principaux clients sont des directions et services de différents ministères (3500 utilisateurs) :

- Ministère de l'Economie, de l'Industrie et du Numérique,
- Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie.

Elles concernent également l'Autorité de Sûreté Nucléaire, l'ADEME, l'Institut Mines-Télécom ainsi que des entreprises.

D'autres prestations informatiques internes sont assurées pour le bon fonctionnement et le développement de Mines Douai. Il s'agit de la réalisation et la maintenance d'applications, l'intégration de progiciels, la gestion quotidienne de la logistique informatique – réseaux et télécom, la téléphonie mobile et l'informatique nomade, les fonctions supports aux autres départements et services. Environ 1400 utilisateurs (personnels et élèves) ont ainsi accès aux ressources informatiques internes à l'Ecole.

Par ailleurs, le département s'est impliqué dans un certain nombre de dossiers du domaine des systèmes d'information en liaison avec l'Institut Mines-Télécom. En particulier, il a mis en œuvre et héberge le premier outil collaboratif de l'Institut Mines-Télécom, dénommé «Partage», qui compte à ce jour plus de 1500 utilisateurs.

Il est à noter également que le département contribue fortement aux actions mises en place depuis quelques années dans le cadre de la politique de Développement Durable. On peut citer le traitement des déchets électroniques et des équipements usagés, la rationalisation des impressions et la rédaction du guide des bonnes pratiques d'impression, l'extinction automatique des machines inutilisées, la mise en œuvre de nouvelles solutions de visioconférence... En 2014, un chantier important a été ouvert sur l'amélioration de l'efficacité énergétique des salles serveurs, celui-ci s'inscrivant dans un projet plus global de « Campus Zéro Carbone » qui sera mené à Mines Douai dès 2015.





Relations industrielles et internationales

Les relations industrielles se développent via les activités de recherche partenariale, de transfert de technologie et de soutien à l'innovation, pour des entreprises de toute taille et de secteurs variés. A titre indicatif, au cours de ces dernières années, des projets ou travaux ont ainsi été menés pour 3M, Arcelor Mittal, Arkema, AREVA, Artificial Solutions, ATIHL, Becquet, BCM, Capsugel, CEF, Centaure Systems, CETH, DBT-CEV, EADS, EDF, Elyo, Eramet, ErDF, Eurotunnel, GE Intelligent Platforms, Genzyme, Getrasur, LSI, Mermec, Millipore, MSA, Novalis, Orange Labs, Oxyane, Pfizer, PPG Industries, Sanofi-Aventis, Schneider Electric, SITA SUEZ, SLN, Youg's, Thalès, TOTAL, Toyota, Venlor, etc. Des collaborations ont également été développées avec des entreprises étrangères telles que GE IP (USA), PPG Industries (USA), Csece (Afrique du Sud).

Sur le plan international, des établissements étrangers accueillent régulièrement des élèves en dernière année de cursus d'ingénieur, tout comme nos options comptent dans leur effectif quelques élèves étrangers. En matière de recherche, se sont poursuivies des collaborations avec des laboratoires étrangers, notamment via la co-écriture d'articles, le co-encadrement de doctorants, le montage de projets ou l'échange d'enseignants-chercheurs sur de courtes périodes (voir section partenariats).

Éléments de notoriété

Plan d'Investissements d'Avenir

Le Département Informatique et Automatique s'était impliqué dans le montage de plusieurs projets dans le cadre du PIA. Deux ont été retenus :

- L'IRT Railenium centré sur la maintenance des infrastructures ferroviaires, IRT labellisé en juillet 2011. Le département contribue notamment au WP6 relatif au thème « Information et Ingénierie de la Décision » auquel fait référence le projet RAIL3T cité précédemment.
- RIC (Retail Innovation Center), plateforme mutualisée d'innovation soutenue par le PICOM, rebaptisée « SILAB » en 2014 (Shopping Innovation Lab). Celle-ci vise à mettre en place une offre de services se composant de prestations maté-

rielles et immatérielles, permettant d'accompagner la mise en œuvre de projets de R&D collaboratifs labellisés par le PICOM jusqu'à la commercialisation des résultats obtenus. Elle permettra également aux entreprises de mener en propre des contrats de recherche ou des projets d'innovation fortement concurrentiels, en disposant de leur espace de R&D. Par ailleurs, les moyens mis en œuvre répondent aux objectifs scientifiques structurés en 5 axes : l'Internet des objets, le génie logiciel, l'intelligence des données, les interactions et la robotique. Le département apportera ses compétences en analyse de données, le suivi de comportements clients et la robotique d'assistance et de service pour le commerce. Une offre de service autour des moyens de calcul Big Data sera également étudiée en 2015, en partenariat avec l'Institut Mines-Télécom.

Implication dans les pôles de compétitivité

Depuis 2007, 14 projets du département ont été labellisés par des pôles de compétitivité. Il s'agit des pôles PICOM, i-TRANS, Mov'éo, Images et Réseaux, OPTITEC, CAPDIGITAL, et RISQUES.

Déjà fortement impliqué dans le Pôle des Industries du Commerce depuis sa création (6 projets labellisés), les efforts se sont concentrés plus récemment sur les projets entrant dans le périmètre du Pôle i-TRANS, pôle à vocation mondiale sur l'industrie ferroviaire et les transports innovants, l'IRT Railenium, le pôle de recherche technologique MEDEE (Maîtrise Énergétique Des Entraînements Électriques), le cluster régional « Habitat et Bâtiment Intelligent » et le GIS GRAISyHM.

Au-delà du montage de projets collaboratifs et de recherche partenariale, le département est engagé dans différentes instances. Il est membre du Conseil Scientifique et Technologique du Pôle des Industries du Commerce, membre du Conseil Scientifique du pôle d'excellence CITC-Eur@RFID créé en 2009 sur les technologies sans contact, membre du Conseil d'Administration du pôle de recherche technologique MEDEE. Il est également partenaire du Pôle IndustriLAB (ex Centre de Transfert de Technologie en Robotique) de Picardie.

Il a par ailleurs été labellisé CREST (Centre de Ressources et d'Expertises Scientifique et Technologique) dans le cadre de la Plate-forme Régionale pour l'Innovation et

la Valorisation de la Recherche soutenue par l'Etat et la Région Nord-Pas-de-Calais. Son implication dans des projets innovants avec des entreprises est reconnue, la synergie entre son unité de recherche et son centre de développement représentant une forte valeur ajoutée. Il contribue activement au Centre d'Ingénierie et d'Innovation mis en place à Mines Douai.

Projets financés phares

Afin d'illustrer les trois thèmes de recherche et leur applicabilité, sont repris ci-dessous des projets en cours significatifs de l'activité. Ils concernent respectivement les secteurs du Commerce, de la Sécurité, du Transport, de l'Energie et du Climat.

Le projet ROBOSHOP finalisé fin 2013 avait pour ambition de poser les fondations technologiques pour l'usage des robots mobiles et autonomes comme nouveau média dans la relation client. Il a débouché sur la réalisation d'une plate-forme logicielle et matérielle opérationnelle qui doit servir de base pour le développement d'une nouvelle classe d'expériences innovantes en galerie commerciale. Au-delà du commerce et de la logistique, les briques technologiques sont utilisées et adaptées à d'autres domaines d'application comme la surveillance de nuit, le guidage de personnes, l'exploration et la cartographie (projet CAIRE) et la robotique de sauvetage (projet SUCRÉ).

Le projet RAIL3T, labellisé par les Pôles i-TRANS et OPTITEC, et financé par le FUI10, porte sur la maintenance prédictive de l'infrastructure ferroviaire. Plus précisément, il a pour objet la réalisation d'un équipement d'inspection du rail et de suivi de ses défauts, de la surface de roulement jusqu'à la partie interne. Le partenariat est organisé autour de deux entreprises spécialisées dans le contrôle non destructif (MERMEC et CMS), le Centre d'Etudes Ferroviaires et EUROTUNNEL. Il s'agit d'un projet phare mentionné dans le dossier de l'IRT Railenium centré sur la maintenance des infrastructures ferroviaires.

Le projet DFSER (Disponibilité et fiabilité des sources d'énergies renouvelables), labellisé par le Pôle MEDEE et financé par la Région Nord-Pas-de-Calais, est mené en partenariat avec L2EP - Ecole Centrale de Lille et MAIA EOLIS et concerne le pilotage de centrales de production électrique multi-sources à base d'énergie renouvelable. Il vise à accroître la production des systèmes éoliens en augmentant leur disponibilité et leur fiabilité, et à diminuer les coûts de production en réduisant les coûts de maintenance, notamment en limitant les conséquences de défauts affectant le fonctionnement des composants de ces systèmes.

Enfin, le projet GEPET-Eau porte sur la gestion efficiente prédictive et adaptative de la ressource en eau des voies navigables dans un contexte de changement climatique. Ce projet retenu et financé par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, dans le cadre du Programme « Gestion et Impacts du Changement Climatique », est mené en collaboration avec Voies Navigables de France 59/92, DREAL Nord-Pas-de-Calais, Agence de l'Eau Artois Picardie, IRSTEA Lyon, SAC Université Polytechnique de Catalogne.

Parmi les autres projets significatifs d'un point de vue scientifique ou technique et financés, on peut citer 4 contrats portant sur des systèmes d'information ou des systèmes et processus industriels :

- Mise en production d'un logiciel financé par l'ADEME, en partenariat avec le Département Energétique Industrielle, Arcelor Mittal, EDF R&D et LECES, sur la quantification des émissions diffuses de poussières atmosphériques de plein air sur sites industriels,
- Etudes sur l'automatisation et la supervision de systèmes de conduite de réacteurs de peinture pour PPG Industries - Venlor,
- Développement, maintenance et hébergement d'un système d'information national pour la surveillance des organismes de contrôle pour le compte des Ministères chargés de l'Environnement et de l'Industrie (3500 utilisateurs),
- Hébergement de matériels packagés et d'applications de technologies variées pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie.





Statut d'hébergeur de niveau national

L'infrastructure d'hébergement à haute disponibilité mise en œuvre pour la recherche et pour la production, ainsi que les moyens de calcul de Mines Douai, ont été qualifiés d'équipements dits remarquables, de niveau national, par les cabinets Erdyn Consultants et DMS Conseil lors de l'audit réalisé par le PRES Lille - Nord de France en 2010, puis mis en référence à l'occasion de différents audits sur les infrastructures par des cabinets tels que CAPACITY (2010), TREIXIA (2011), DASCO (2013) et des Ministères. Ceci a conduit Mines Douai au statut d'hébergeur pour des SI d'envergure nationale, ainsi que pour des plates-formes de formations ouvertes et à distance (45000 utilisateurs sur le territoire). Cette capacité d'hébergement a été renforcée en 2013 par la rénovation de l'une des deux salles serveurs.

En 2014, le département s'est également investi dans les solutions matérielles et logicielles en lien avec le Big Data. Il devrait se voir confier l'hébergement de la plate-forme de services TeraLab destinée à des projets de recherche, d'innovation et d'enseignement sur les données massives de l'Institut Mines-Télécom début 2015, financée dans le cadre du PIA 2.

Association, réseaux, partenariats internationaux, etc.

Au-delà de son implication déjà mentionnée dans des pôles de compétitivité, le département est membre du Conseil Scientifique du GIS GRAISyHM (Groupe régional de Recherche en Automatisation Intégrée et Systèmes Homme-Machine), du département MAIA (Maths Appliquées - Informatique - Automatique) de l'Institut Carnot M.I.N.E.S et participe à différents comités et groupes de travail dans le cadre de l'Institut Mines-Télécom.

Il est également membre des comités d'organisation de :

- ESUG, European Smalltalk User Group,
- JMAC, Journée Multi-Agents et Composants,
- JFSMA, Journées Francophones des Systèmes Multi-Agents,
- ICMLA, International Conference on Machine Learning and Applications,
- EAIS, International Conference on Evolving and Adaptive Intelligent Systems,
- MTNS, International Symposium on Mathematical Theory on Networks and Systems,
- HAS, Workshop on Hybrid Autonomous Systems,

et participe aux groupes de recherche nationaux ou internationaux (liste non exhaustive) :

- I3 (GT OCM SI), ASR (GT ADAPT), GPL (GT RIMEL, GT COSM),
- GDR Robotique,
- GDR MACS (GT IDENT, S3, SDH), GDR ISIS.
- IFAC, International Federation of Automatic Control,
- EIS, Evolving Intelligent Systems.

Les principales collaborations scientifiques concernent :

- INRIA - Lille Nord Europe (Equipe RMOD, Equipe NON-A),
- Groupement de Recherche en Automatisation Intégrée et Systèmes Homme - Machine (GIS GRAISyHM),
- Laboratoire d'Electrotechnique et d'Electronique de Puissance (L2EP), EC Lille - Université Lille 1 - ENSAM - HEI,
- Unité de Recherche en Sciences Cognitives et Affectives, Lille 3,
- LAMIH, Université de Valenciennes et du Hainault-Cambrésis,
- Laboratoire Mathématiques, Informatique et Systèmes (MIS), Université de Picardie Jules Verne,
- Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Microélectronique de Montpellier (LIRMM),
- Ecole Nationale Supérieure des Mines d'Alès (LGI2P),
- Groupe de Recherches en Informatique, Image, Instrumentation de Caen (GREYC), Université de Caen,
- Consortium Pharo,
- Laboratoire TIMC-IMAG, UJF Grenoble,
- Equipes LEOST, LEPSIS, GRETTIA, Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux (IFSTTAR),
- Laboratoire d'Informatique de Grenoble, UJF Grenoble,
- Grenoble Génie Electrique (G2ELab), UJF,
- Equipe MAIA, LORIA,
- Laboratoire de Recherche en Image et Systèmes d'Information (LIRIS), INSA de Lyon,
- Laboratoire d'Automatique et d'Informatique Industrielle (LAI), Université de Poitiers,
- Centre de Recherche en STIC, Université de Reims Champagne-Ardenne,
- Centre de Recherche en Automatique de Nancy,
- Equipe MIIRE, TELECOM Lille,
- ENSTA Bretagne,
- Université de Poitiers,
- Laboratoire IRSEEM, ESIGELEC,

- Université Polytechnique de Catalogne, Barcelone (Espagne),
- Centrum voor Wiskunde en Informatica, Amsterdam (Pays-bas),
- Center for Imaging Science, Johns Hopkins University (USA),
- Université d'Aalborg (Pays-Bas),
- Université de Maastricht (Pays-Bas),
- Université de Groningen (Pays-Bas),
- Université de Bournemouth (Angleterre),
- Université de Tunis (Tunisie),
- Computer Science And Artificial Intelligence (CSAIL), Massachusetts Institute of Technology (MIT),
- Unité mixte UMMISCO, IRD,
- Institut de la Francophonie pour l'Informatique (IFI) – Vietnam,
- European Smalltalk User Group (ESUG).

Activités scientifiques

Brevet

- A. FLEURY, N. VUILLERME¹, C. FRANCO, Q. MOURCOU, B. DIOT², Procédé et système pour la mesure, le suivi, le contrôle et la correction d'un mouvement ou d'une posture d'un utilisateur, 1461233, 20 novembre 2014
- 1 : Université de Grenoble
- 2 : IDS Assistance

Habilitation à Diriger des Recherches soutenue

- E. DUVELLA, Contributions à la modélisation et à la conduite adaptative des réseaux hydrographiques
- Université Lille 1 Sciences et Technologies – 9 décembre 2014
- Encadrant : S. LECOEUICHE

Thèses soutenues

- A. CHAMMAS, Drift detection and characterization for supervision, diagnosis and prognosis of dynamical systems
- Université Lille 1 Sciences et Technologies, Villeneuve d'Ascq - 18 avril 2014
- Directeur de thèse : S. LECOEUICHE
- Encadrant : E. DUVELLA
- C. FRANCO, Apport des représentations modales au traitement des signaux cardio-respiratoires et posturaux
- Université de Grenoble - 13 mars 2014
- Directeurs de thèse : N. VUILLERME, P.-Y. GUMERY
- Encadrant : A. FLEURY
- Y. LU, Online classification and clustering of persons using appearance-based features from video images - Application to person discovery and re-identification in multicamera environments
- Université Lille 1 Sciences et Technologies - 26 septembre 2014

Directeur de thèse : S. LECOEUICHE
 Encadrants : A. FLEURY, J. BOONAERT
 Financement : CSC - Hohai university

Master Recherche soutenu

- H. MEZIANE, Détection et localisation de défauts dans un convertisseur multicellulaire série
- Université de Bordeaux 1 – Juillet 2014
- Encadrant : C. LABARRE

Thèses en préparation

- Z. ALKHOURY, Piecewise-linear models of continuous phenomena
- Université de Poitiers
- Directeur de thèse : G. MERCERE
- Encadrant : M. PETRECZKY
- M. BASTUG, Model reduction of hybrid systems
- Aalborg University, Department of Electronic Systems
- Directeur de thèse : R. WISNIEWSKI
- Encadrant : M. PETRECZKY
- E. GHORBEL, Apprentissage en ligne de séquences d'actions pour la coopération homme-machine
- Université de Rouen
- Directeur de thèse : X. SAVATIER, S. LECOEUICHE
- Encadrants : R. BOUTTEAU, J. BOONAERT
- M. JOZSA, Connectivity structure of dynamical systems: estimation and control
- University of Groningen
- Directeur de thèse : K. CAMLIBEL
- Encadrant : M. PETRECZKY
- I. KHAMASSI, Drift handling in non-stationary environments : application to energy domain
- Université de Tunis
- Directeur de thèse : K. GHEDIRA, M. SAYED MOUCHAWEH
- X.S. LE, Langage dynamique & FPGA
- ENSTA Bretagne
- Directeurs de thèse : L. LAGADEC, N. BOURAQADI
- Encadrants : L. FABRESSE, J. LAVAL
- H. LOUAJRI, Modélisation orientée composant pour le diagnostic des systèmes dynamiques hybrides dans le domaine des énergies
- Université Lille Nord de France, Lille, France
- Directeur de thèse : M. SAYED-MOUCHAWEH
- M. MATTONE, Evolution logicielle et Robotique
- Université Lille 1 Sciences et Technologies, Villeneuve d'Ascq
- Directeurs de thèse : S. DUCASSE, N. BOURAQADI
- Encadrants : L. FABRESSE, J. LAVAL

Contacts

Responsable du département
Philippe HASBROUCQ
 philippe.hasbroucq@mines-douai.fr

Adjoint, Chargé de la Recherche, Directeur de l'Unité de Recherche IA
Stéphane LECOEUICHE
 stephane.lecoeuiche@mines-douai.fr

Adjoint, Chargé des Relations Industrielles, Responsable de l'équipe Systèmes et Processus Industriels
Didier JUGE-HUBERT
 didier.juge-hubert@mines-douai.fr

Responsable de l'équipe Systèmes et Réseaux – Sécurité
David GILLE
 david.gille@mines-douai.fr

Responsable de l'équipe Applications et Logiciels – Clients externes
Alban GUINARD
 alban.guinard@mines-douai.fr

Responsable de l'équipe Applications et Logiciels – Clients internes
Christine PETIT
 christine.petit@mines-douai.fr

Responsable pédagogique majeure ISIC
Arnaud DONIEC
 arnaud.doniec@mines-douai.fr

Responsable pédagogique majeure OAPI
Cécile LABARRE
 cecile.labarre@mines-douai.fr

Responsable pédagogique majeure IQ
Frédéric KLOPCIC
 frederic.klopcic@mines-douai.fr

<http://ia.mines-douai.fr>

Tél. secrétariat : 03 27 71 25 66

- M. MENG, Classification d'activités humaines
Université Lille 1 Sciences et Technologies, Villeneuve d'Ascq
Directeurs de thèse : M. DAOUDI
Encadrant : J. BOONAERT
- H. MEZIANE, Modélisation expérimentale et réduction de modèles pour l'électronique de puissance
Université Lille 1 Sciences et Technologies, Villeneuve d'Ascq
Directeur de thèse : C. LABARRE
Encadrant : S. LEFTERIU
- S. MOHAMAD, Diagnostic à base d'agents
Université de Bournemouth
Directeurs de thèse : M. SAYED MOUCHAWEH, H. BOUCHACHIA
Encadrant : A. DONIEC
- Q. MOURCOU, Conception et validation d'un système ubiquitaire centrées autour du Smartphone et dédiées à l'amélioration de l'autonomie de la personne sur son lieu de vie
Université de Grenoble
Directeur de thèse : N. VUILLERME
Encadrant : A. FLEURY
- G. POLITO, Infrastructure réflexive mini-male
Université Lille 1 Sciences et Technologies, Villeneuve d'Ascq
Directeur de thèse : S. DUCASSE
Encadrants : N. BOURAQADI, M. DENKER, L. FABRESSE
- A. SYLVAIN, Apport de l'approche comportementale pour une simulation réaliste d'un espace de vente
Université Lille 1 Sciences et Technologies
Directeurs de thèse : S. LECOEUCE, R. MANDIAU
Encadrant : A. DONIEC
- H. TOUBAKH, Intégration de techniques innovantes de diagnostic et de pronostic pour la supervision et l'aide à la maintenance prévisionnelle des sources d'énergie renouvelable
Université Lille 1 Sciences et Technologies, Villeneuve d'Ascq
Directeur de thèse : M. SAYED-MOUCHAWEH

Articles dans revues avec comité de lecture

- H. BOUCHACHIA¹, E. LUGHOFFER², M. SAYED MOUCHAWEH, Special Issue: Evolving Soft Computing Techniques and Applications, Applied Soft Computing Journal, Vol 14-B, pp 141-143, 2014
1 : University of Bournemouth-UK
2 : University of Linz-Austria
- B. DERBEL¹, J. HUMEAU, A. LIEFOOGHE¹, S. VEREL¹, Distributed localized bi-objective search, European Journal of Operational Research, Vol 239, N°3, pp

731-734, 2014

- 1 : INRIA Lille Nord-Europe
- M. DIAS¹, M. MARTINEZ PECK, S. DUCASSE², G. AREVALO³, Fuel: a fast general purpose object graph serializer, Software: Practice and Experience, Vol 44, N°4, pp 433-453, 2014
1 : Universidad de Buenos Aires
2 : INRIA Lille Nord-Europe
3 : Universidad Abierta Interamericana
- K. HORVATH, E. DUVIELLA, J. BLESIA¹, L. RAJAORISOA, Y. BOLEA¹, V. PUIG¹, K. CHUQUET², Gray-box model of inland navigation channel: Application to the Cuinchy-Fontinettes reach, Journal of Intelligent Systems, Vol 23, N°2, 2014. DOI: 10.1515/jisys-2013-0071
1 : Université Polytechnique de Catalogne
2 : VNF - Service de la navigation du Nord Pas-de-Calais
- L. HARTERT¹, M. SAYED MOUCHAWEH, Dynamic supervised classification method for online monitoring in non-stationary environments, Neurocomputing, Vol 126, pp 118-131, 27 February 2014
1 : Université de Reims Champagne Ardenne
- Y. LU, K. BOUKHAROUBA, J. BOONAERT, A. FLEURY, S. LECOEUCE, Application of an Incremental SVM Algorithm for On-line Human Recognition from Video Surveillance Using Texture and Color Features, Neurocomputing, Vol 126, pp 132-140, 27 February 2014
- M. MARTINEZ PECK, N. BOURAQADI, M. DENKER¹, S. DUCASSE¹, L. FABRESSE, Ghost: A uniform and general-purpose proxy implementation, Science of Computer Programming, Vol 98, pp 339-359, 2014
1 : INRIA Lille Nord-Europe
- N. MESLEM¹, V. T. H. LE, C. LABARRE, S. LECOEUCE, J.-L. KOTNY², N. IDIR², Set-membership methods applied to identify high-frequency elements of EMI filters, Control Engineering Practice, Vol 29, pp 13-22, August 2014. DOI: 10.1016/j.conengprac.2014.03.006
1 : Université de Grenoble
2 : Université Lille 1 Sciences et Technologies
- G. POLITO, S. DUCASSE¹, L. FABRESSE, N. BOURAQADI, B. VAN RYSEGHEM², Bootstrapping Reflective Systems: The Case of Pharo, Science of Computer Programming, Vol 96, N°1, pp 141-155, december 2014. DOI: 10.1016/j.scico.2013.10.008
1 : INRIA Lille Nord-Europe
2 : Institut national de recherche en informatique et en automatique, Villeneuve d'Ascq, France
- R. THEUNISSEN¹, M. PETRECZKY, R. SCHIFFELERS², D. VAN BEEK¹, J. ROODA¹, Application of supervisory control synthe-

- sis to a patient support table of a magnetic resonance imaging scanner, IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, Vol 11, N°1, pp 20-32, 2014
1 : Eindhoven University of Technology
2 : ASML
- H. TOUBAKH, M. SAYED MOUCHAWEH, Hybrid Dynamic Data-driven Approach for Predictive Diagnosis of Wind Turbines, Evolving Systems, Vol 5, N°4, pp 1-15, 2014

Participations à ouvrages scientifiques et techniques

- M. PETRECZKY, A. TANWANI, S. TRENN, Hybrid Dynamical Systems: Observation and control (Chapter 8: Observability of Switched Linear Systems), Springer Verlag, ISBN: 978-3-319-10795-0
- M. SAYED MOUCHAWEH, Discrete Event Systems: Diagnosis and Diagnosability, Springer Verlag, 2014
- M. SAYED MOUCHAWEH, Diagnostic décentralisé des Systèmes à Evénements Discrets, Editions Techniques de l'Ingénieur, 2014
- M. SAYED MOUCHAWEH, Apprentissage dynamique dans un environnement non-stationnaire, Editions Techniques de l'Ingénieur, 2014

Participations à ouvrages de vulgarisation

- A. BERGEL, D. CASSOU, S. DUCASSE¹, J. LAVAL, Deep Into Pharo, Square Bracket Associates 2013, Sept. 2013, ISBN: 978-3-9523341-6-4
1 : INRIA Lille Nord-Europe

Communications dans congrès ou conférences internationaux avec comités de sélection et actes

- H. ABBAS¹, M. SEDDIK, R. TOTH¹, M. PETRECZKY, N. MESKIN, J. MOHAMMAD-POUR, Embedding of Nonlinear Systems in a Linear Parameter-Varying Representation, IFAC World Congress, Cape Town, South Africa, August 2014
1 : Eindhoven University of Technology
- B. ABICHOU, D. FLOREZ¹, M. SAYED MOUCHAWEH, H. TOUBAKH, B. FRANCOIS¹, N. GIRARD², Fault Diagnosis Methods for Wind Turbines Health Monitoring: a Review, Second European Conference of the Prognostics and Health Management Society, Nantes, France, July 8-10, 2014
1 : Ecole Centrale de Lille
2 : Maia Eolis

- M. BASTUG, M. PETRECZKY, R. WISNIEWSKI, J. LETH, Model reduction by moment matching for linear switched systems, American Control Conference, Portland, USA, June 2014
- M. BASTUG, M. PETRECZKY, R. WISNIEWSKI, J. LETH, Model Reduction of Linear Switched Systems by Restricting Discrete Dynamics, IEEE Conference on Decision and Control, Los Angeles, USA, December 2014
- J. BLES¹, K. HORVATH, E. DUVIELLA, V. PUIG¹, Y. BOLEA¹, L. RAJAOARISOA, K. CHUQUET², Sensors and actuators supervision in Inland Navigation Networks: Cuinchy-Fontinettes case study, Maritime Conference, Barcelona, Espagne, 25-27 June 2014
1 : Université Polytechnique de Catalogne
2 : VNF - Service de la navigation du Nord Pas-de-Calais
- E. DUVIELLA, K. HORVATH, L. RAJAOARISOA, K. CHUQUET¹, Modèle intégré de réseaux de voies navigables pour l'étude de leur résilience dans un contexte de changement climatique, Mosim 2014, Nancy, France, 5-7 November 2014
1 : VNF - Service de la navigation du Nord Pas-de-Calais
- E. DUVIELLA, K. HORVATH, L. RAJAOARISOA, K. CHUQUET¹, Multi-scale modeling approaches of inland navigation networks for their management in a global change context, Transport Research Arena, Paris La Défense, France, 14-17 April 2014
1 : VNF - Service de la navigation du Nord Pas-de-Calais
- C. FRANCO, P.-Y. GUMERY¹, A. FLEURY, Analyzing postural signals from a synchrosqueezing transform-based approach of wavelet entropy, 4th International Congress on Complex Systems in Sports & Healthy Ageing, Groningen, The Netherlands, 29-31, October 2014
1 : Université de Grenoble
- C. FRANCO, P.-Y. GUMERY¹, A. FLEURY, N. VUILLERME¹, A New Approach to Wavelet Entropy: Application to Postural Signals, EUSIPCO 2014, Lisbon, Portugal, 1-5 September 2014
1 : Université de Grenoble
- B. K. GUÉPIÉ, M. PETRECZKY, S. LECOEUICHE, Eddy current signatures classification by using time series: a system modeling approach, Annual Conference of the Prognostics and Health Management Society 2014, Forth Worth, USA, September 27 to October 3
- K. HORVATH, J. BLES¹, E. DUVIELLA, K. CHUQUET², Fault tolerant model predictive control of open channels, USCID Water Management Conference, Phoenix, Arizona, USA, 2-5 December 2014
1 : Université Polytechnique de Catalogne
2 : VNF - Service de la navigation du Nord

Pas-de-Calais

- K. HORVATH, E. DUVIELLA, L. RAJAOARISOA, K. CHUQUET¹, Modelling of a navigation reach with unknown inputs: the Cuinchy-Fontinettes case study, Simhydro, Sofia Antipolis, France, 11-13 June 2014
1 : VNF - Service de la navigation du Nord Pas-de-Calais
- K. HORVATH, M. PETRECZKY, L. RAJAOARISOA, E. DUVIELLA, K. CHUQUET¹, MPC control of water level in a navigation canal - The Cuinchy-Fontinettes case study, European Control Conference, Strasbourg, France, June 2014
1 : VNF - Service de la navigation du Nord Pas-de-Calais
- K. HORVATH, E. DUVIELLA, M. PETRECZKY, L. RAJAOARISOA, K. CHUQUET¹, Model predictive control of water levels in a navigation canal affected by resonance waves, HIC 2014, New York, USA, 17-21 August 2014
1 : VNF - Service de la navigation du Nord Pas-de-Calais
- K. HORVATH, J. BLES¹, E. DUVIELLA, L. RAJAOARISOA, V. PUIG¹, K. CHUQUET², Sensor fault diagnosis of inland navigation system using physical model and pattern recognition approach, IFAC World Congress, Cape Town, South Africa, 24-29 August 2014
1 : Université Polytechnique de Catalogne
2 : VNF - Service de la navigation du Nord Pas-de-Calais
- I. KHAMASSI, M. SAYED MOUCHAWEH, Drift detection and monitoring in non-stationary environments, IEEE Conference on Evolving and Adaptive Intelligent Systems, Linz-Austria, June 2-4, 2014
- X. Sang, LE¹, L. LAGADEC², L. FABRESSE, J. LAVAL³, N. BOURAQADI, From Smalltalk to Silicon: Towards a methodology to turn Smalltalk code into FPGA, International Workshop on Smalltalk Technologies (IWST'14), Cambridge, England, August 19, 2014
1 : Mines Douai
2 : ENSTA/Université de Bretagne Occidentale
3 : Université de Bordeaux 1
- J. NEMCOVA¹, E. PAWLUSZEWICZ, M. PETRECZKY, Unified framework for continuous and discrete time Nash realizations, Symposium on Mathematical Theory of Networks and Systems, Groningen, The Netherlands, July 2014
1 : Institute of Chemical Technology
- G. POLITO, N. BOURAQADI, S. DUCASSE¹, L. FABRESSE, Understanding Pharo's global state to move programs through time and space, International Workshop on Smalltalk Technologies, Cambridge, England, August 19, 2014
1 : INRIA Lille Nord-Europe
- L. RAJAOARISOA, K. HORVATH, E. DUVIELLA, K. CHUQUET¹, Large-scale sys-

tem control based on decentralized design. Application to Cuinchy Fontinette Reach, IFAC World Congress, Cape Town, South Africa, 24-29 August 2014
1 : VNF - Service de la navigation du Nord Pas-de-Calais

- A. SYLVAIN, A. DONIEC, R. MANDIAU¹, S. LECOEUICHE, Purchase intention based model for a behavioural simulation of sale space, 2014 IEEE/WIC/ACM International Conference on Intelligent Agent Technology (IAT 2014), Warsaw, Poland, 11-14 August 2014
1 : Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis
- H. TOUBAKH, M. SAYED MOUCHAWEH, Advanced Data Mining Approach for Wind Turbines Fault Prediction, Second European Conference of the Prognostics and Health Management Society, Nantes, July 8-10, 2014
- Z. YAN¹, L. FABRESSE, J. LAVAL², N. BOURAQADI, Team Size Optimization for Multi-robot Exploration, 4th International Conference on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots (SIMPAN 2014), Bergamo, Italy, October 20-23, 2014, Vol 8810, pp 438-449, Ed. Springer Verlag, ISBN: 978-3-319-11899-4
1 : Mines Douai
2 : Université de Bordeaux 1

Communications dans congrès ou conférences nationaux avec comités de sélection et actes

- C. FRANCO, P.-Y. GUMERY¹, A. FLEURY, N. VUILLERME¹, Nouvelle approche de l'entropie spectrale à partir d'une transformée par synchrosqueezing, JDS 2014 (Journées de Statistique), Rennes, 2-6 Juin 2014
1 : Université de Grenoble
- D. JUGE-HUBERT, L. RAJAOARISOA, S. LECOEUICHE, Modélisation thermique du bâtiment et responsabilisation des usagers, IBPSA France 2014, Arras, 20-21 mai 2014
- Q. MOURCOU, A. FLEURY, C. FRANCO, N. VUILLERME¹, Wegoto: une application Smartphone pour évaluer l'accessibilité de la voirie et des espaces publics aux personnes à mobilité réduite - Etude de preuve de concept, Handicap 2014, Paris, 11-13 juin 2014
1 : Université de Grenoble
- Z. YAN¹, L. FABRESSE, J. LAVAL², N. BOURAQADI, Simulating Multi-Robot Exploration Using ROS and MORSE, 9th National Conference on "Control Architecture of Robots", Paris, 23-24 juin 2014
1 : Mines Douai
2 : Université de Bordeaux 1

DEPARTEMENT SCIENCES DE L'ATMOSPHERE ET GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

Le département Sciences de l'Atmosphère et Génie de l'Environnement (S.A.G.E.) regroupe les compétences humaines et le potentiel d'instrumentation scientifique nécessaires au développement de recherches portant sur la physicochimie des espèces chimiques présentes à l'état de traces dans la troposphère et l'air intérieur. Il est partie intégrante du Laboratoire d'Excellence « Physique et Chimie et de l'Environnement Atmosphérique » (Labex CaPPA) focalisé d'une part sur le système « aérosols » et ses précurseurs pour mieux appréhender leur rôle sur le forçage climatique et le cycle hydrologique et d'autre part sur l'évolution de la qualité de l'air aux échelles globale, régionale et locale. Il contribue à la compréhension des mécanismes de formation, de transport et de transformation des polluants, et à l'étude de leur impact sur l'homme et l'environnement.

Présentation

Le département s'attache à poursuivre son activité de recherche engagé depuis plus de vingt ans sur les thématiques environnementales en lien avec la qualité de l'air et sur l'impact des activités humaines sur la composition de l'atmosphère terrestre. Les projets de recherche s'appuient sur une recherche fondamentale et appliquée en Sciences de l'Atmosphère et visent à une meilleure **compréhension des processus physicochimiques de génération et de transformation des polluants gazeux et particulaires présents dans l'air extérieur et intérieur.**

Les objectifs affichés pour répondre à ces problématiques sont les suivants :

- identifier les polluants et leurs origines,
- déterminer leur devenir en relation avec leurs impacts sur la santé et l'environnement,
- développer des procédés d'amélioration de la qualité de l'air.



Le **Labex CaPPA** (Physical and Chemical Properties of the Atmosphere), auquel le département SAGE est associé, a été sélectionné en 2012 dans le cadre de l'appel à projets du Programme Investissement d'Avenir (PIA). Outre le département, 6 autres laboratoires partenaires régionaux de l'Université de Lille 1 (LOA, PC2A, PhLAM, LASIR, CGTD/ICARE) et de l'Université du littoral Côte d'Opale

(LPCA) participent à ce projet d'excellence de laboratoires. Ce labex de très haute qualité scientifique, associe également un projet de formation et un projet de valorisation et de diffusion des résultats aussi bien vers l'industrie que les services ou les sphères sociale et culturelle.

Le département a développé des collaborations étroites avec des établissements d'enseignement supérieur et de recherche nationaux ou internationaux ou des acteurs économiques dans le cadre de programmes ou d'appels à projets dans le domaine des sciences de l'atmosphère et des impacts sur l'environnement et la santé (ANR, CNRS, MEDDE, ADEME, ANSES, FP7 et H2020, appel à projets de la région Nord-Pas-de-Calais, ...). Il participe ainsi à nombreuses campagnes d'observation à l'échelle micro-locale, régionale et continentale en mettant à disposition ses moyens performants d'observation et d'analyses. Enfin, plusieurs actions de recherche partenariale sont aussi menées dans le but d'améliorer les technologies existantes en termes de développement métrologique, de caractérisation des émissions des matériaux et enfin de proposer des solutions de traitement de l'air innovantes par voie photocatalytique ou à plasma froid.

Il est également intégré dans le GIS national du **LCSQA** (Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air), structure mise en place par le Ministère en charge de l'Ecologie et à laquelle sont confiées des missions en lien avec la métrologie des polluants en air intérieur et extérieur, la modélisation et l'identification de sources. Il vient ainsi en appui au dispositif national de surveillance de la qualité de l'air. Il assure également depuis plus de 25 ans la coordination technique et scientifique de l'observatoire national de Mesure et d'Evaluation en zone Rurale de la pollution Atmosphérique à longue distance (**MERA**), intégré dans des réseaux européens (EMEP) et mondiaux (ACTRIS, WMO-GAW).

En parallèle, le département participe aux activités d'enseignement en procédés et sciences de l'environnement à la fois en tronc commun et dans la majeure « Environnement et Industrie » et l'option « Risques et Sécurité Industriels ». Il contribue également à des formations professionnelles et est partenaire de plusieurs établissements régionaux (IUT de Béthune, Faculté de Droit de l'Université d'Artois, Université de Lille 1) dans le cadre de leurs formations.



Thèmes de recherche et formations

Recherche

Les activités de recherche sont structurées en deux axes :

- Caractérisation, sources et impacts des polluants atmosphériques :

- Développement de techniques de caractérisation des polluants gazeux et particulaires d'intérêt atmosphérique : mise au point de méthode de prélèvement et d'analyse d'espèces gazeuses organiques, développement d'outils de mesure de la réactivité des masses d'air, élaboration et qualification de capteurs électroniques à lecture directe

- Sources et impacts de polluants atmosphériques : identification des sources à l'origine des concentrations en espèces gazeuses et particulaires dans l'atmosphère, impact sanitaire de la composition des nanoparticules, impact des retombées atmosphériques sur les écosystèmes terrestres.

- Réactivité des polluants

- Réactivité des composés organiques volatils d'intérêt atmosphérique : devenir des espèces, cinétique de dégradation des composés organiques, formation de l'aérosol organique secondaire, - Traitement de l'air : oxydation des COV par photocatalyse, adsorption et plasma froid, procédés de traitement des fumées

Formations

- Tronc commun en 1^{ère}, 2^e et 3^e année
- Majeure Environnement et Industrie (EI) et Option Risques et Sécurité Industriels (RSI)
- Filière Expertise Juridique et Technique de l'Environnement (EJTE)
- Licence professionnelle "Méthodes d'analyses chimiques" - IUT de Chimie de Béthune
- Master pro Environnement - Faculté de pharmacie de Lille
- Master des Sciences et Technologies, mention Sciences de la matière : Physique Chimie, spécialité Physicochimie moléculaire et optiques avancées, parcours "Energie, Procédés, Environnement", Université de Lille 1.



Unité mobile OMEGA de mesures de la qualité de l'air

- Master 2 « Atmospheric Environment », labex CaPPA, Université de Lille 1
- Stage DREAL « Air & Odeurs »

Effectifs

L'effectif au 31 décembre 2014 du département est de 47 personnes :

- 14 enseignants-chercheurs dont 5 HDR
- 4 ingénieurs
- 4 techniciens
- 2 secrétaires
- 17 doctorants
- 5 post doctorants
- 1 Ingénieure en CDD

Principaux équipements

3 plateformes expérimentales de mesures dont une mobile et 2000 m² de laboratoires regroupent les équipements et outils de modélisation suivants :

- Spectromètres de masse à plasma ICP-AES, DRC-ICP-MS, HR-ICP-MS,
- Spectromètre d'absorption en cavité résonante CRDS,
- Spectromètres de masse pour les espèces gazeuses à l'état de traces: (i) à transfert de protons à haute résolution (PTR-ToF-MS) ; (ii) à ionisation chimique dans un tube d'écoulement SIFT-MS.
- Spectromètres infrarouge équipés (i) d'une cellule de White pour l'analyse directe des gaz à basse concentration (FTIR), (ii) d'une cellule de réflexion diffuse pour l'analyse d'espèces adsorbées (DRIFTS).
- Spectromètre de masse des aérosols (HR-ToF-MS, ACSM),
- Chromatographie ionique (IC, IC-MS), gazeuse (GC, GC-MS, GC-IRTF) et liquide (HPLC-UV-Fluorimétrie, UPLC-ToF-MS),
- Analyseurs automatiques de gaz (O₃, SO₂, NO_x, BTX, CO, Hg,...) ou de particules (microbalance à variation de fréquence TEOM et TEOM-FDMS, analyseurs par absorption de rayonnement bêta), préleveurs de particules par filtration ou impaction (bas et haut volume) et collecteurs de précipitations,
- Analyseur EC/OC, Aethalomètre (BC),
- Impacteurs, granulomètres et compteurs de particules (ELPI, SMPS, CPC ...),
- Bancs caractérisation de matériaux : profilomètre, détermination de la surface spécifique (méthode BET), état de la surface (spectroscopie DRIFT), conductivité, mobilité, propriétés diélectriques et électromagnétiques.
- Banc de génération d'effluents chargés en COV (1-1000ppb),
- Générateur d'aérosols submicroniques,
- Chambres d'exposition et de simulation atmosphérique,
- Chambre de traitement photocatalytique de grand volume (120L),
- Réacteurs à écoulement : adsorption, photocatalyse, plasma.

Chiffres de l'année

Formation

26 élèves ont été diplômés en 2014. A la rentrée 2014-2015, la majeure Environnement et Industrie » compte 22 élèves en 2A et l'option « Risques et Sécurité Industriels compte 22 élèves en 3A.

Activités scientifiques

- 4 thèses de doctorat soutenues
- 3 masters soutenus
- 27 publications avec comité de lecture
- 23 communications dans des congrès ou conférences internationaux avec comités de sélection et actes
- 6 communications dans des congrès ou conférences nationaux avec comités de sélection
- 40 communications par affiche dans congrès national ou international

Faits marquants de l'année

Enseignement

Durant l'année académique 2014-2015, 22 élèves de la promotion 2015 ont entamé leur 1er semestre d'option Risques et Sécurité Industriels (RSI), dont 5 élèves admis sur titre de l'Université de Hohai (Chine). 3 étudiants poursuivent leur dernière année d'étude à l'étranger : 1 à l'ET-SII Madrid, 1 à l'Université Fédérale de Rio de Janeiro. 1 à Hohai University (Chine). 1 élève est également en dernière année à l'École des Mines de Nancy et un élève suit sa dernière année à l'Institut National Supérieur des Techniques du Nucléaire.

Pour le 2e semestre d'option RSI (élèves de la promotion 2014), la promotion est composée de 26 élèves, dont 17 élèves en présentiel à Douai et 4 élèves en cursus prolongé avec un Projet de Fin d'Etudes (PFE) à l'étranger.

La filière Expertise Juridique et Technique de l'Environnement (EJTE), menée en partenariat avec la Faculté de Droit de l'Université d'Artois, a permis à 16 élèves de l'École de suivre les cours de Droit de l'Environnement à l'Université, et de participer à une simulation de contentieux avec des étudiants juristes de dernière année de Master en Droit de l'Environnement. Cette

formation a débouché, pour les élèves ingénieurs, sur l'obtention d'un diplôme universitaire (DU EJTE) délivré par l'Université d'Artois.

Recherche

Les activités de recherche menées au département SAGE s'appuient sur une recherche fondamentale et appliquée en Sciences de l'Atmosphère et visent à une meilleure compréhension des processus physicochimiques de génération et de transformation des polluants gazeux et particulaires présents dans l'air extérieur et intérieur. Ces activités se répartissent en deux axes de recherche déclinés en plusieurs thèmes.

Axe 1 : Caractérisation, sources et impacts des polluants atmosphériques

Les projets de recherche menés dans cet axe permettent de caractériser finement un environnement du point de vue des polluants gazeux et particulaires, d'identifier et d'évaluer les sources et les impacts de ces polluants. L'Axe 1 est structuré en deux thèmes (Thème 1 : Développement instrumental pour l'analyse physico-chimique des polluants et Thème 2 : Caractérisation, évolution et impact des polluants). Ainsi le thème 1 porte plus précisément sur (i) le développement de méthodes d'échantillonnage et d'analyse permettant la caractérisation des COV potentiellement à l'origine de gêne olfactive et la mesure de la réactivité totale du radical OH ; (ii) l'optimisation et la mise en œuvre de capteurs. Le thème 2 est dédié (i) à l'identification des différentes sources à l'origine des concentrations à la fois en atmosphère extérieure mais aussi dans l'air intérieur et (ii) à l'étude de l'impact de la qualité de l'air sur la santé avec un effort particulier porté aux nanoparticules.

Thème 1 : Développement instrumental pour l'analyse physico-chimique des polluants

Développement de méthodes d'échantillonnage et d'analyse de la matière organique gazeuse et inorganique gazeuse

Dans le domaine de l'air ambiant et particulièrement pour des environnements impactés par des activités qui nuisent au confort olfactif de ses habitants, nous développons une méthode pour la mesure automatique des mercaptans et des composés sulfurés en partenariat avec la société TERA Environnement. A la fois

dédiée pour des mesures de terrain et de laboratoire, la méthode fera office de référence pour la comparaison avec d'autres techniques (prélèvements passifs) à développer dans le cadre d'une thèse CIFRE (novembre 2014), financée par la même société.

Dans le cadre d'une action Marie Curie (FP7, Career Integration Grant, 2011-2015), nous avons poursuivi le développement d'un instrument de type CRM (Comparative Reactivity Method) pour la mesure de la réactivité du radical hydroxyle (OH) en air ambiant. Ce dispositif permet une analyse fine du budget atmosphérique en composés organiques volatils (COV) lors de campagnes d'observations. Une nouvelle méthodologie de mesure a été implémentée sur le CRM afin d'identifier des COV importants pour la chimie atmosphérique non mesurés lors des campagnes. Ce dispositif a été déployé en juillet 2014 sur un site urbano-industriel. Les mesures réalisées ont mis en évidence des manques importants sur la caractérisation des COV en air ambiant.

Un dispositif portable pour la mesure de la vitesse de formation d'ozone dans la troposphère est en cours de développement (programme projets émergents de la région Nord-Pas de Calais, 2013-2015) en collaboration avec l'université d'Indiana (USA) et l'Indian Institute of Science Education and Research Mohali (Inde). Le déploiement de cet outil en cours de construction au département est prévu lors d'un exercice d'intercomparaison au printemps 2015 en collaboration avec l'université de Birmingham (UK).

Optimisation et mise en œuvre de capteurs

Dans le domaine de l'air intérieur, nous avons poursuivi le développement de préleveurs passifs pour la mesure des émissions en COV des matériaux de construction et d'ameublement. Un préleveur dédié aux COV aromatiques a été validé au département SAGE dans le cadre d'une thèse CIFRE financée par la société TERA Environnement. Ce dispositif a été testé dans des logements neufs de la région Nord-Pas-de-Calais en collaboration avec la société de construction NORPAC. Ceci complète un ensemble de préleveurs passifs développés au département pour le suivi des émissions de COV classés « hautement prioritaires » et « très prioritaires » dans les logements

par l'OQAI. Ces nouveaux outils, simples d'utilisation et peu coûteux, présentent un potentiel important pour l'identification des sources d'émission et l'amélioration de la qualité de l'air intérieur.

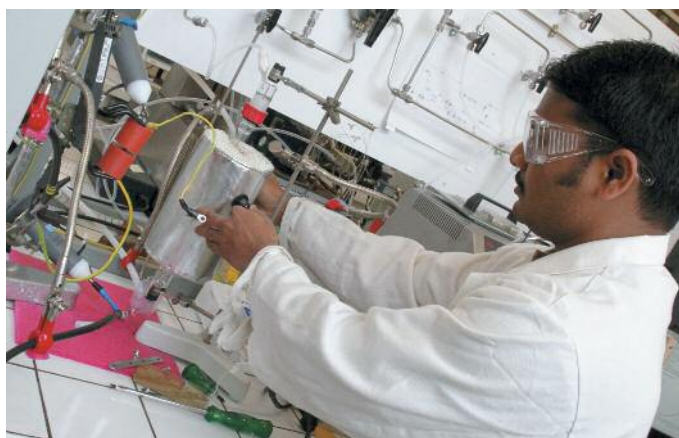
La mise en œuvre de réseaux de capteurs de gaz à base de matériaux semi-conducteurs d'oxyde métallique, fournissant un indice de pollution en temps réel, s'est poursuivie en 2014. Ces recherches ont été menées en collaboration entre SAGE et le laboratoire PC2A de l'Université de Lille¹. Le déploiement de systèmes multi-capteurs de gaz est destiné à l'évaluation en continu et en temps réel de la pollution de l'air intérieur. La construction de signatures et d'index de qualité de l'air adaptées aux environnements confinés a été initiée lors d'une campagne de mesure terrain (salle de classe de type BBC) dans le cadre du projet MERMAID (Mesures Expérimentales Représentatives et Modélisation Air Intérieur Détaillée) financée par l'ADEME (programme PRIMEQUAL). Ce réseau de capteurs a mis en évidence l'impact de la ventilation sur les teneurs en COV totaux, les zones d'émission majoritaire en solvant, et l'influence de pollution extérieure malgré les faibles teneurs en polluant. Ces systèmes sont également déployés dans la pièce expérimentale du département SAGE, dans le cadre du projet ETAPE (Evaluation de l'innocuité des systèmes de Traitement d'Air Intérieur par Photocatalyse) financé par l'ADEME. Après l'étape de qualification de la pièce expérimentale réalisée en 2014, nous déterminerons si les réseaux de capteurs sont des outils pertinents d'évaluation, en termes d'abattement des COV et des performances des systèmes de remédiation.

Dans le cadre d'une thèse en cotutelle avec l'Institut de bio-organique et de pétrochimie, de l'académie nationale des sciences d'Ukraine, de nouvelles surfaces sensibles à base de nano matériaux hybrides (polymères conducteurs/ oxydes métalliques) ont été synthétisées pour la fabrication de capteurs d'ammoniac et d'amines avec des seuils de détection de l'ordre d'une dizaine de ppb. En particulier, il a été montré que les réponses de ces capteurs sont multipliées par des facteurs allant de 10 à 500 par rapport à des capteurs fabriqués à partir de polymères conducteurs seuls. Les études se poursuivent pour optimiser les caractéristiques de ces capteurs pour obtenir des temps de réponse inférieurs à la minute.

Thème 2 : Caractérisation, évolution et impacts des polluants

Dynamique des polluants atmosphériques et de leurs sources

Une collaboration avec le LPCA/ULCO initié en 2012 investigate les liens entre dynamique atmosphérique et concentrations en matière organique particulaire et gazeuse. Une étude a été réalisée sur un site du Dunkerquois en combinant périodes d'observation longue (juillet 2013 à septembre 2014) et intensive à l'aide de mesures à haute résolution temporelle (typiquement \downarrow 30 min). Ce projet s'inscrit dans le programme de l'Institut de Recherches en ENvironnement Industriel (IRENI) et dans le labex CaPPA (Chemical and Physical Properties of the Atmosphere). Une spéciation chimique des PM₁ non réfractaires a été réalisée en fonction des secteurs de vent et des saisons. Les contributions des sources d'émission à la fraction organique ont également été renseignées. Une campagne intensive en juillet 2014 a impliqué des observa-



Réacteur à plasma froid

tions fines de la phase gazeuse, de la phase particulaire et de la dynamique atmosphérique. Les résultats de cette campagne conduiront à une meilleure caractérisation des sources du carbone organique dans le Dunkerquois et à mettre en évidence certains liens entre les concentrations observées et la dynamique atmosphérique.

Le programme ChArMEx (Chemistry-Aerosol Mediterranean Experiment) a pour objectif de comprendre l'évolution, les interactions et l'impact de la composition de l'atmosphère (gaz réactifs et aérosols) sur le bassin méditerranéen. Ce programme (<http://charmex.lsce.ipsl.fr>) s'inscrit dans le projet multidisciplinaire MISTRALS (Mediterranean Integrated STudies at Regional And Local Scales) de l'INSU et de l'ALLiance Nationale de recherche pour l'ENVironnement ALLEnvi. Plusieurs projets fédérant des partenaires nationaux et internationaux s'inscrivent dans ce cadre. Le projet PRIMEQUAL CARBOSOR a été finalisé en 2014 avec un travail de valorisation des bases d'observations obtenues en Corse entre 2012 et 2014. Il a permis de renseigner la composition chimique de la basse troposphère, de mieux comprendre les interactions inter-espèces au cours de leur transport longue distance et d'évaluer l'impact des sources anthropiques et biogéniques. Une modélisation statistique inverse basée sur ce grand nombre de mesures et sur les trajectoires de masse d'air a permis de localiser des zones sources impactant le bassin de Gène. 2014 a également vu l'aboutissement du projet ECOCEM, notamment avec une thèse cofinancée par le CNRS Libanais, en cotutelle avec l'université Saint Joseph de Beyrouth. A partir de mesures en champs proches et sur un site périurbain, ces travaux ont permis d'identifier, qualifier et quantifier les principales sources de COV sur l'agglomération de Beyrouth (bassin Est méditerranéen). A Istanbul, le projet ENVIMED/TRANSMED mené en collaboration avec l'Université Abant Izzet Baysal de Bolou (Turquie) et le LISA, avec une première campagne de mesures réalisée en septembre, cherche à mieux renseigner les sources urbaines et leur intensité pour une meilleure prise en compte dans les modèles de prévisions de la qualité de l'air. En complément, un travail de thèse a également démarré dans le cadre du projet ENVIMED/CYaR en collaboration avec le LSCE et le Cyprus Institute pour la mise en place d'observations à Chypre visant à mieux renseigner les déterminants des polluants atmosphériques gazeux et particulaires.

Un projet collaboratif avec l'INERIS sur l'identification des principales sources et origines géographiques des PM10 dans le nord de la France s'est poursuivi en 2014 par la mesure de la composition chimique détaillée des PM10 sur 5 sites du nord de la France. La recherche des sources de PM10 impactant l'un des sites (Nogent-sur-Oise) a été menée au moyen du modèle statistique sources-récepteur PMF5 et a montré une grande diversité de sources primaires (trafic, combustion de biomasse, poussière détritique, marin, marin vieilli) et secondaires (riche en nitrates et sulfates).

Par ailleurs, un sujet de thèse, financée par Séché Environnement et co-encadrée par les Ecoles des Mines de Nantes et Saint-Etienne, a permis d'estimer les émissions surfaciques de biogaz sur un site de traitement de déchets non dangereux par deux méthodes (approche inverse et approche statistique par régression). Ces méthodes utilisent un modèle de dispersion atmosphérique validé par comparaison à des teneurs atmosphériques en méthane mesurées sur site au cours des années 2012 et 2013.

Qualité de l'air intérieur

Le projet DENDRITE (DEveloppement de Nouveaux proDUits issus du Recyclage Innovant de meubles hors d'usage Transformés Ecologiquement) financé dans le cadre du Fonds Unique Interministériel (FUI) par le Conseil Régional Nord Pas-de-Calais, le Conseil Régional Picardie, OSEO et en collaboration avec 4 partenaires industriels et le CREPIM a débuté en juin 2012 et s'achèvera en juin 2015. En s'inscrivant dans un contexte réglementaire favorable à la constitution d'une filière de dépollution et de valorisation du mobilier hors d'usage, il a pour objectif de mettre au point une nouvelle matière première recyclée, recyclable et capable d'être réintégrée dans de nouveaux éléments mobiliers tout en respectant la réglementation à venir en termes d'émission de COV. Les travaux du Département ont permis d'orienter les recherches opérationnelles vers les solutions les plus efficaces en termes d'émission de formaldéhyde et de COV totaux (réductions respectives d'un facteur 10 et 2 par rapport aux matériaux de départ).

Le programme MERMAID (septembre 2012 - septembre 2015) atteint désormais sa se-

conde phase : elle comprend le déploiement, en avril 2014, d'une campagne de mesures au collège Vauban de Maubeuge, bâtiment à haute performance énergétique. Un large panel d'instruments à haute résolution temporelle a été déployé afin de renseigner, dans une salle de classe, la dynamique de concentration des espèces clés mais aussi de qualifier les émissions des différents matériaux. Un spectromètre de masse à transfert de proton (PTRMS) et un chromatographe en phase gazeuse muni d'un thermodésorbteur (TD-GC-FID) ont été inter-comparés pour la mesure des COV de l'air intérieur, aboutissant à une cohérence très satisfaisante. Ces travaux ont permis de mettre en évidence la part majeure des sources intérieures et le rôle capital de la ventilation au niveau des concentrations ambiantes. Dans le cadre des travaux de thèse et toujours en lien avec le programme MERMAID, une méthode de mesure des constantes de sorption à la surface des matériaux de construction développée en 2013 a été mise en œuvre sur le terrain. Un couplage entre une cellule FLEC et un PTR-MS permet d'évaluer en quelques heures les propriétés de sorption d'un matériau mis en œuvre en espace intérieur. Ces mesures de terrain ont attesté de caractéristiques très différentes d'un matériau à un autre, démontrant l'intérêt de ces mesures.

Impacts sanitaires et environnementaux de la qualité de l'air

Deux projets de recherches sur l'impact toxicologique et la bioaccessibilité des métaux dans les particules, développés en collaboration avec l'Université de Lille 2 et l'Institut Pasteur de Lille et financés respectivement par l'INCA/INSERM (projet Particles) et par la Région Nord - Pas de Calais (Plan Régional Santé Environnement 2012) se poursuivent depuis fin 2012. Le premier projet, réalisé au travers d'une thèse, porte sur l'impact des particules fines (PM2.5) issues du trafic automobile et de leurs caractéristiques physico-chimiques (métaux, HAP, ...), dans le développement de cancers. Des essais in vitro sur des cellules pulmonaires primaires normales ou BPCO (stress oxydant, mutagenicité, génotoxicité...) et in vivo, sur des souris transgéniques, sont prévus. Le second projet « Impact des particules ultra-fines dans la pathogenèse des broncho-pneumopathies chroniques obs-



tructives (BPCO) » vise à mener une étude toxicologique de l'impact des doses réalistes de particules prélevées en milieu urbano-industriel sur des cellules épithéliales bronchiques humaines de sujets sains ou BPCO. Deux autres projets, financés par l'ANSES (projet NANATMOPATH) et par la Région Nord – Pas de Calais (Plan Régional Santé Environnement 2013) portant respectivement sur l'impact toxicologique (expression des micro-ARN) de particules ultrafines d'origines industrielles sur des modèles murins et sur une étude similaire vis à vis des PM2.5 d'origine urbaine, ont également débutés en 2014.

Un projet portant sur le développement d'un système de prélèvement de poussières du sol pour l'étude de la fraction biodisponible de polluants et comme alternative à la caractérisation de l'exposition humaine à la place du biomonitoring (urines, cheveux) a été lancé sous forme d'une thèse en collaboration avec l'Université de Strasbourg (ICPEES UMR 7515).

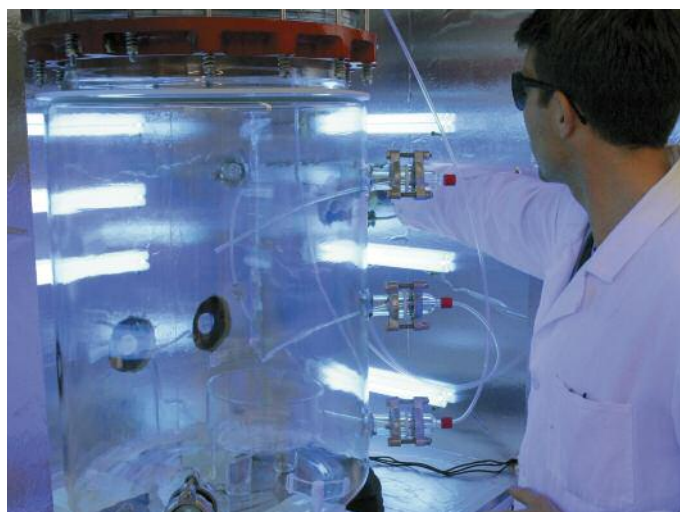
Le Département coordonnait depuis 2011 le projet SESAME du programme PRIMEQUAL « Pollution longue distance ». Le projet regroupait 4 autres partenaires : ECOLAB (UPS Toulouse), le département Méthodes et Modèles Mathématiques de l'École des Mines de Saint-Etienne, l'ONF et Météo France. Les objectifs ont été d'identifier les déterminants de l'évolution des retombées atmosphériques acidifiantes et eutrophisantes en France et d'évaluer l'efficacité des politiques de réduction des émissions. L'explication des tendances spatio-temporelles a permis, d'une part, de construire un modèle de projection et, d'autre part, d'évaluer l'évolution de l'impact sur les écosystèmes. Les résultats ont fait l'objet d'un rapport final publié fin 2014 et d'un colloque de restitution qui s'est tenu à Lille, co-organisé par le département SAGE. Le département SAGE est coordinateur général de l'observatoire national de Mesure et d'Évaluation en zone Rurale de la pollution Atmosphérique à longue distance (MERA, <http://sage.mines-douai.fr/pages/observatoire-mera>). En 2014, 13 sites ruraux nationaux ont été regroupés et optimisés pour mieux répondre à la stratégie de mesure EMEP (co-operative Program for Monitoring and Evaluation of the long range transmission of air Pollutants in Europe) faisant suite à la convention internationale de Genève sur la pollution transfrontière. Il s'agit de reporter les niveaux de fond de polluants réglementaires suivant la directive CE/50/2008. Le programme de mesure concerne à la fois les retombées humides (composés inorganiques, métaux lourds, HAP), les composés gazeux (O₃, NO₂, COV) et particulaires (métaux lourds, HAP, PM₁₀, PM_{2,5}, ...). Le département assure l'harmonisation des protocoles de mesures, le suivi des laboratoires d'analyse, la validation, et l'exploitation des données ainsi que la veille et la représentation au niveau européen. C'est un outil de recherche pour la compréhension des processus de formation de polluants secondaires, l'étude des tendances et des cycles annuels de polluants ou encore l'étude des relations sources-récepteurs.

Axe 2 : Réactivité des polluants

Thème 1 : Réactivité atmosphérique

Devenir atmosphérique des composés organiques volatils

Les travaux de recherche portent sur le devenir atmosphérique



Réacteur de photocatalyse

de composés organiques volatils oxygénés, souvent issus de la dégradation d'autres COV. L'étude de la photochimie de plusieurs composés dicarbonylés et hydroxycarbonylés a été réalisée dans le cadre du programme LEFE-Chat de l'INSU (CNRS), en collaboration avec 2 laboratoires français (GSMA-Reims et IPR-Rennes). Les résultats révèlent une importance de la voie de photolyse très différente selon le composé chimique et montrent tout l'intérêt de telles études. La collaboration avec le laboratoire ICARE à Orléans sur le développement de la mesure du radical HO₂ dans un réacteur parfaitement agité s'est traduite par une première publication sur la combustion du butane. Des travaux de thèse, intégrés au Labex CaPPA, ont également été engagés avec pour but de mieux comprendre les processus d'adsorption et la réactivité de COV à la surface de poussières minérales. Les premiers résultats ont permis de montrer que les poussières minérales naturelles transportées dans l'atmosphère représentaient des plateformes d'adsorption significatives pour certains COV atmosphériques modèles, et que ce phénomène pouvait représenter (i) un puits, et (ii) un moyen de transport des COV dans l'atmosphère.

Formation de l'aérosol secondaire (AOS)

La réaction des COV avec les oxydants de l'atmosphère peut conduire à la formation au sein de l'atmosphère de produits semi-volatils, initialement sous forme de gaz, qui ont la capacité de nucléer pour former de nouvelles particules, ou de condenser sur des particules préexistantes, le tout formant l'AOS. Les actions menées au département concernent l'étude de réactions d'ozonolyse de composés insaturés en phase homogène dont certains peuvent conduire à la formation d'aérosols organiques secondaires, afin de déterminer les coefficients de vitesse et/ou les produits d'oxydation permettant d'en déduire des mécanismes réactionnels. Un nouveau projet de thèse a démarré en 2014 en collaboration avec le LPCA de Dunkerque visant à déterminer l'influence du mélange de masses d'air anthropiques et biogéniques sur les premières étapes de formation de l'AOS. Les travaux portent sur l'ozonolyse du limonène, composé modèle majeur en atmosphères extérieure (source biogénique) ou intérieure.

Thème 2 ; Traitement de l'air et des effluents gazeux

Traitement de l'air : oxydation des COV par photocatalyse et plasma froid

L'étude de l'oxydation des COV par photocatalyse est abordée sous deux aspects complémentaires : (i) les mécanismes physico-chimiques qui régissent l'interaction entre le photocatalyseur et les COV à traiter ; (ii) les performances et l'innocuité des systèmes de traitement photocatalytiques en conditions réelles d'utilisation. Le premier point a permis de déterminer expérimentalement les paramètres d'adsorption de COV caractéristiques de l'air intérieur à la surface de TiO₂. Cette approche a permis de modéliser et prédire le comportement de COV traités en mélange. Le second point est exploré dans le cadre du projet ETAPE (ADEME CORTEA) : l'année 2014 a été consacrée au développement, à l'instrumentation et à la validation d'une pièce expérimentale de 40 m³ permettant de reproduire les conditions de l'air intérieur et d'étudier en conditions réelles les comportements des systèmes de traitement sélectionnés.

L'étude des phénomènes d'oxydation hétérogènes sous exposition plasma a permis d'approfondir les connaissances dans le domaine de la régénération d'adsorbant par plasma. Une thèse menée en collaboration avec l'Ecole Polytechnique a permis de définir les performances et les limites des traitements par plasma-catalyse in-situ et post-situ. Les résultats obtenus ont permis de passer à une phase de caractérisation d'un procédé de traitement pilote.

Réduction des émissions de particules PM_{2.5} issues de la combustion de biomasse

L'étude EMIPAR (financement ADEME CORTEA), visant à réduire les émissions de particules par les procédés de combustion de biomasse, a été poursuivie en 2014, avec deux campagnes de mesures effectuées sur sites industriels, en partenariat avec VERI (VEOLIA Environnement), LLT et le LGRE (Université de Mulhouse). La caractérisation chimique des particules fines PM_{2.5} et ultrafines PM_{0.1} d'origine industrielle a montré une prédominance des espèces inorganiques hydrosolubles, en lien avec la composition minérale de la bio-

masse. Cette information permet d'envisager d'autres modes de réduction des émissions de particules que ceux classiquement utilisés, en amont par action sur la biomasse ou en aval par un traitement spécifique des fumées.

Expertises industrielles et Transfert de technologie

Expertises industrielles

Une expertise a été réalisée pour l'entreprise de traitement des déchets SITA (groupe Suez-Environnement) dans le cadre de la présence de nuisances olfactives autour d'une installation de stockage de déchets non dangereux. Cette expertise a consisté d'une part en l'animation d'un comité scientifique, constitué pour définir un cahier des charges en vue d'une campagne de mesure autour du site visant à caractériser la qualité de l'air, d'autre part en l'organisation de ladite campagne de mesure réalisée en 2014.

Une seconde expertise a été réalisée pour l'entreprise NORPAC (groupe Bouygues-Construction) dans le cadre de la recherche de sources en composés aromatiques à l'intérieur de logements neufs à réception. Cette expertise a consisté en 3 points i)..., déterminer les concentrations en benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes, styrène et 1,2,4-triméthylbenzène dans l'air intérieur de deux logements, nouvellement construits dans la région Nord-Pas-de-Calais ii)..., identifier les matériaux émetteurs en ces composés qui sont utilisés dans la construction des logements ; iii)..., quantifier les émissions de ces matériaux afin d'estimer la contribution de chacun à l'émission totale pour les composés aromatiques mentionnés ci-dessus.

Métrologie des polluants atmosphériques

Les travaux menés dans le cadre du LCSQA en 2014 sont destinés à assurer la qualité et la cohérence des données et des informations concernant la qualité de l'air ambiant et intérieur qui sont délivrées par les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) et à appuyer le Ministère en charge de l'Environnement sur les aspects techniques et scientifiques dans l'élaboration et l'application de sa politique sur la surveillance réglementaire de la qualité de l'air, dans le respect des exigences réglementaires nationales et européennes.

Les actions menées par le département ont porté sur :

- la traçabilité des mesures des analyseurs automatiques de particules en suspension et le suivi réglementaire et métrologique (assurance-qualité) des jauges radiométriques,
- la possibilité d'utiliser des tubes passifs de marque Radiello pour la surveillance du NO₂ sur des courts laps de temps (i.e. < 24h) et dans des conditions changeantes de concentration (typologie stations trafic),
- la rédaction d'un guide méthodologique pour la surveillance du benzène dans l'air ambiant et le support technique aux AASQA dans sa mise en œuvre,
- la révision du guide sur la conception et l'implantation des stations de mesure de la qualité de l'air ambiant (parution attendue début 2015),
- l'établissement de préconisations pour la surveillance du H₂S par prélèvement passif ou par analyseurs automatiques/capteurs et pour la surveillance des composés organiques de type soufrés (mercaptans et sulfures),
- le recensement des pratiques des AASQA en matière de gestion des nuisances olfactives,
- l'établissement d'une méthodologie d'exploitation des résultats pour répondre aux objectifs de la mesure des précurseurs de l'ozone indiqués dans l'annexe X de la Directive 2008/50/CE,
- le support technique en termes de surveillance des métaux dans l'air ambiant,
- l'extension de la mise en œuvre de la méthode de mesure des métaux réglementés dans les PM₁₀ (NF EN 14902) pour une vingtaine de métaux et métalloïdes (ex. : Co, Cr, Cu, Mn, Sb, Tl, V, etc.),
- la caractérisation chimiques des métaux, métalloïdes et éléments majeurs en vue de d'identifier les sources de PM₁₀ notamment lors des épisodes de dépassement des valeurs limites.

Qualité de l'air intérieur

En 2014, les travaux menés dans le cadre du LCSQA ont porté sur la formation du personnel des AASQA à l'utilisation des préleveurs passifs comme outil de diagnostic de sources d'émission en formaldéhyde (et acétaldéhyde) présentes dans des environnements intérieurs pollués ; ils ont également pu profiter d'un retour d'expérience sur la mesure des taux d'émission



in-situ au moyen de la cellule d'essais d'émission (FLEC).

Activités de normalisation et directives européennes

En tant que Laboratoire National de Référence dans le domaine de la qualité de l'air, notifié par le Ministère en charge de l'Environnement, le LCSQA apporte son expertise technique dans le cadre des travaux normatifs nationaux et européens et lors des échanges techniques avec la Commission Européenne en aide aux autorités nationales, pour assurer l'application correcte de la réglementation européenne sur le territoire national.

Au niveau normatif national, la Commission « AFNOR X 43D – Air ambiant » (présidée par Mines Douai) regroupe l'ensemble des experts français participant aux travaux normatifs internationaux sur la qualité de l'air (CEN TC 264 et ISO TC 146). Ainsi, en 2014, les particules en suspension ont été l'un des sujets principaux, avec la mise en application de la spécification technique sur la mesure automatique des particules en suspension TS 16450 (destinée à devenir une norme à l'horizon 2017), et le lancement de nouveaux travaux tels que l'analyse des HAP oxygénés dans les PM10 et le comptage des pollens (pour les réseaux allergo-biologiques)

S'agissant des gaz, Mines Douai participe au GT européen en charge de la révision de la norme EN 14662-3 portant sur la mesure du benzène par appareil automatique. Sur le plan réglementaire européen, le LCSQA a terminé en 2014 son mandat de 4 ans à la présidence d'AQUILA (Association des laboratoires de référence européens dans le domaine de la qualité de l'air), qui assure un support technique à la Commission Européenne pour l'application par les Etats Membres des 2 référentiels régaliens européens en vigueur (Directives 2004/107/CE et 2008/50/CE). Si la révision en tant que telle des 2 Directives suscitées est toujours en attente de lancement, la Commission Européenne lance un nouveau programme «Air pur pour l'Europe», prévoyant des mesures destinées à garantir la réalisation des objectifs existants à court terme, et établissant de nouveaux objectifs de qualité de l'air pour la période allant jusqu'à 2030. Au niveau national, le LCSQA est régulièrement sollicité par le MEDDE et les AASQA pour la mise en application effective des exigences ou recommandations associées à l'arrêté du 21/10/11, se traduisant par :

- l'apport d'un appui technique pour l'élaboration des recommandations pour le dispositif national (note de cadrage, guide méthodologique...) et des propositions de résolutions faites dans le cadre des Commissions de Suivi,

- la vérification de leur application effective, au travers des actions de contrôle sur le terrain que les experts des équipes du LCSQA effectuent en audit chez les AASQA (5 audits en 2014),

- la participation à l'élaboration du Programme National de Surveillance de la Qualité de l'Air (PNSQA), document cadre décrivant la stratégie nationale en matière de surveillance et d'évaluation de la qualité de l'air en France pour la période 2015-2019 (aspects techniques, organisationnels et budgétaires). Ce document est attendu pour le 1er trimestre 2015 pour prise en compte par les AASQA dans l'élaboration de leur Plan Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air devant sortir au plus tard le 01/01/2017.

En complément des actions nationales en métrologie des polluants atmosphériques, dans le cadre de la chaîne nationale d'étalonnage, le Laboratoire de Métrologie des Polluants Atmosphériques (LMPA) du Département SAGE est le laboratoire d'étalonnage chargé de certifier la composition de mélanges gazeux à faible teneur utilisés par l'AASQA ATMO Nord - Pas-de-Calais pour l'étalonnage et le contrôle de ses analyseurs de la qualité de l'air (SO₂, NO/NO_x/NO₂, CO et O₃). Cette activité garantit la traçabilité des mesures réglementaires des AASQA et est couverte par l'accréditation COFRAC (n° 2-1676, selon le référentiel NF EN ISO/CEI 17025) depuis 2004.



Station rurale d'observation de la pollution atmosphérique de fond (MERA, site de Montfranc en Creuse)

Éléments de notoriété

Programme d'Investissements d'Avenir

Le département fait partie avec 6 autres laboratoires partenaires régionaux de l'université de Lille 1 (LOA, PC2A, PhLAM, LASIR, CGTD/ICARE) et de l'université du littoral (LPCA) du projet Labex CaPPA (Physical and Chemical Properties of the Atmosphere) sélectionné dans le cadre de l'appel à projets du Programme d'Investissements d'Avenir (PIA).

Pôle de compétitivité

Le département est impliqué dans le pôle TEAM² (Technologies de l'Environnement Appliquées aux Matières et aux Matériaux) au travers du projet DENDRITE sur la valorisation des déchets d'ameublement retenu dans l'appel à projets FUI13 et financé par le Conseil Régional Nord - Pas-de-Calais.

Partenaires institutionnels, industriels et académiques

- **Institutionnels** : MEDDE, ADEME, ANR, CNRS, Conseil Régional Nord - Pas-de-Calais, DRRT, FEDER, DREAL/S3PI Nord - Pas-de-Calais, INCA/INSERM
- **Industriels** : CAIRPOL, CREPIM, Doublet S.A, ETHERA, Envie 2e nord, Glencore Manganese France, LECES, LEROUX & LOTZ Technologies, Meubles Demeyère, NORPAC, Novafloor, Environnement SA, PSA, SECHE Environnement, SITA (Suez Environnement), SOCOR, TERA Environnement, Véolia Environnement..
- **Académiques nationaux** : Université de Lille 1 (PC2A, LOA, ICARE, LASIR, PhLAM), Université du Littoral Côte d'Opale (LPCA), Université de Lille 2 Droit et Santé (Laboratoire de Toxicologie, Sciences végétales et fongiques), Institut Pasteur de Lille, Université Paris 7 et 12 (LISA), Université de Versailles Saint-Quentin (LSCE), Université de Haute-Alsace (LGRE), CEA Saclay (LSCE), Ecoles des Mines de Nantes et Saint Etienne, Université Claude Bernard Lyon-1 (IRCELYON), Ecole Polytechnique (LPP), Université de Rennes 1 (IPR), Université de Reims Champagne Ardenne (GSMA), Université Paul Sabatier de Toulouse (LA), Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité et Environnement (ICARE, UPR CNRS 3021) à Orléans, Université Grenoble Alpes (LGGE), Observatoire de Physique du Globe de Clermont-Ferrand (LaMP), Institut Pierre Simon Laplace (IPSL).



plateforme de tests et d'essais pour la mesure des fines particules atmosphériques



• **Académiques internationaux** : Ecole Militaire Polytechnique d'Alger, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Faculty of Physical Chemistry of University of Belgrade, National Academy of Sciences of Ukraine (Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry), Laboratoire de Référence Européen de Pollution de l'Air (ERLAP- Ispra Italie), Auckland University (School of Chemistry), Indiana University (School of Public and Environmental Affairs), Université de Liège, (Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, Gembloux Agro-Bio Tech), Université Iasi (Roumanie), Université de Batna (Algérie), Université de Varsovie (Département de Chimie), le Cyprus Institute, L'université Abant Izzet Baysal de Bolou (Turquie), l'Université Saint Joseph de Beyrouth (Liban), University of Birmingham, Paul Scherrer Institut, Indian Institute of Technology (Hyderabad), Indian Institute of Science Education and Research (IISER) Mohali, AQUILA (Air Quality Laboratories Association).

Associations, réseaux, partenariats

- Membre du GIS LCSQA avec l'INERIS et le LNE. Le LCSQA sert d'appui scientifique et technique auprès du Ministère chargé de l'Environnement, de l'ADEME et des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air.
- Membre des Commissions AFNOR X43A « Groupe de Coordination Qualité de l'air », X43E « Qualité de l'Air – Aspects généraux », X43I « Air Intérieur » et X31EF « Qualité des sols - Evaluation des sols et des sites et dépollution des sols ».

- Membre de l'Association européenne des Laboratoires Nationaux de Référence dans le domaine de la Qualité de l'Air (AQUILA),
- Experts techniques et scientifiques aux commissions de normalisation nationales (AFNOR) ou internationales (CEN) en matière de métrologie des polluants.
- Expert national de l'assurance qualité des mesures dans le cadre du protocole EMEP de la convention de Genève sur la pollution transfrontalière.
- Experts des programmes de recherche pour une meilleure qualité de l'air (PRIMEQUAL), de l'observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI), de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES), de l'APPA Nord - Pas-de-Calais.
- Partenaire associé du projet européen « Aerosols, Clouds, and Trace gases Research InfraStructure Network » (ACTRIS)

Formations doctorales

- Rattachement aux Ecoles doctorales « Sciences de la Matière, du Rayonnement et de l'Environnement (SMRE) et « Sciences pour l'ingénieur » de l'Université de Lille 1 : Sciences et Technologies
- Co-habilitée avec l'Université de Lille 1 et l'Université du Littoral Côte d'Opale à délivrer les diplômes de doctorat et de master des Sciences et Technologies, mention Sciences de la matière : Physique Chimie, spécialité Physicochimie moléculaire et optiques avancées, parcours "Energie, Procédés, Environnement"



Campagne d'observation par avion sur le bassin méditerranéen (Charmex)

Activités scientifiques

Thèses soutenues

- G. POULHET, Développement et applications de capteurs passifs pour la mesure in-situ des émissions de composés organiques volatils dans les environnements intérieurs

01/07/2014, Université Lille 1 et Mines Douai

Directeur de thèse : P. CODDEVILLE ; Encadrant : S. DUSANTER

Financement: CIFRE/TERA ENVIRONNEMENT

- T. SALAMEH, Sources d'émissions du carbone organique gazeux à Beyrouth

14/11/2014, Université Lille 1 et Université Saint-Joseph de Beyrouth -

Directeurs de thèse : N. LOCOGE, C. AFFIF ; Encadrant : S. SAUVAGE

Financement: Armines et CNRS Libanais

- H. BOUZIDI, Réactivité de composés organiques volatils oxygénés multifonctionnels : Evaluation de l'importance de la voie de photolyse.

16/12/2014, Université Lille 1 et Mines Douai

Directeurs de thèse : A. TOMAS, C. FITTSCHEN

Financement : Région Nord - Pas-de-Calais et Mines Douai

- F. BATAULT, Influence de l'adsorption et des paramètres opératoires sur le traitement photocatalytique de COV en mélange dans les conditions de l'air intérieur

17/12/2014, Université Lille 1 et Mines Douai

Directrices de thèse : N. LOCOGE, L. LE COQ ; Encadrants : F. THEVENET, V. HEQUET

Financement: : Mines Douai et Mines Nantes

Masters soutenus

- N. BOURGOIN, Analyse des composés organiques dans l'air : développement et validation d'une méthode d'analyse par chromatographie en phase gazeuse

09/2014, Université Lille 1

Encadrant : S. SAUVAGE

Financement : Mines Douai

- C. MERLEN, Analyse des composés soufrés dans l'air ambiant

09/2014, Université Lille 1

Encadrants : M. VERRIELE, S. CRUNAIRE

Financement: TERA ENVIRONNEMENT

- B. TENEUL, Qualité de l'air intérieur : validation d'une pièce expérimentale pour l'étude des performances de systèmes photocatalytiques de traitement d'air à l'échelle réelle

09/2014, Université Lille 1

Encadrant : F. THEVENET

Financement: Mines Douai

Thèses en préparation

- W. AHMAD, Influence des conditions environnementales sur la formation des aérosols organiques secondaires à partir de l'oxydation de COV biogéniques

Université du Littoral Côte d'Opale - 02/2017

Directeur de thèse : A. TOMAS

Encadrant : C. COEUR-TOURNEUR

Financement: ULCO/MD

- N. ALLAM, Emission surfacique de biogaz dans un centre d'enfouissement technique

Ecole des Mines de Nantes, France - 10/2014

Directeurs de thèse : L. LE COQ, N. LOCOGE, M. BATTON-HUBERT

Encadrant : M. VERRIELE

Financement: Ecole des Mines de Nantes

- L. ASLAN, Chimie de composés biogéniques d'intérêt atmosphérique : schémas de dégradation des espèces primaires et photochimie des composés secondaires oxygénés

Université Lille Nord de France, Lille, France - 31/10/2017

Directeurs de thèse : C. FITTSCHEN, A. TOMAS

Financement: Mines-Douai / Région NPdC

- C. BARAKAT, Elimination des composés organiques volatils par l'utilisation conjointe de matériaux adsorbants et de décharges plasmas

Ecole Polytechnique, Palaiseau - 01/2015

Directeur de thèse : A. ROUSSEAU

Encadrant : F. THEVENET

Financement: CIFRE société AL-KO

- D. Miguel. BARROS DE OLIVEIRA, Identification des principales sources et origines géographiques des PM10 dans le nord de la France

Université Lille 1 Sciences et Technologies, Villeneuve d'Ascq

Directeur de thèse : V. RIFFAULT

Encadrants : O. FAVEZ, E. PERDRIX, S. SAUVAGE

Financement: INERIS/Mines Douai

- T. BRAURE, Cinétique et mécanismes de réactions de composés organiques volatils conduisant à la formation d'aérosols organiques secondaires

Université Lille 1 Sciences et Technologies, Villeneuve d'Ascq - 09/2014

Directeurs de thèse : P. CODDEVILLE, Y. BEDJANIAN

Encadrants : V. RIFFAULT, A. TOMAS

Financement: Armines

- A. CARON, Elaboration d'indices différenciés pour l'évaluation de la qualité de

Contacts

Responsable du Département

Patrice CODDEVILLE

Tél : 03 27 71 26 36

mél : patrice.coddeville@mines-douai.fr

Adjointe Recherche

Nadine LOCOGE

Tél : 03 27 71 26 19

mél : nadine.locoge@mines-douai.fr

Responsable Pédagogique de majeure EI et option RSI

André WROBLEWSKI

Tél : 03.27.71.26.11

mél : andre.wroblewski@mines-douai.fr

<http://sage.mines-douai.fr>

l'air et de l'exposition individuelle à partir de mesures par des systèmes multicapteurs

Université des Sciences et Technologies de Lille

Directeurs de thèse : P. CODDEVILLE, B. HANOUNE

Encadrant : N. REDON

Financement: Université de Lille 1/Mines Douai

- C. DEBEVEC, Identification des déterminants de la concentration en polluants organiques gazeux dans le bassin Méditerranéen Est

Université Lille Nord de France, Lille, France - 10/2017

Directeur de thèse : N. LOCOGE

Encadrants : S. SAUVAGE, V. GROS

Financement: Mines Douai

- B. LECLERCQ, Pollution atmosphérique particulaire et cancérogénèse pulmonaire : relation entre caractéristiques physico-chimiques et mécanismes toxicologiques dans des modèles in vitro et in vivo innovants

Université de Lille 2 Droit et Santé

Directeurs de thèse : P. CODDEVILLE, G. GARCON

Encadrants : L. ALLEMAN, E. PERDRIX

Financement: Région NPdC/Mines Douai

- C. MERLEN, Développement et validation métrologique de préleveurs passifs pour la surveillance des composés volatils odorants dans l'air ambiant

Université Lille Nord de France, Lille, France - 11/2017

Directeur de thèse : N. LOCOGE

Encadrants : M. VERRIELE, S. CRUNAIRE

Financement: CIFRE – TERA Environnement

- S. MIKHAYLOV, Synthesis and optimization of nanostructured conducting polymers based composites adapted to the detection of amines

Université Lille 1 Sciences et Technologies et National Academy of Science of Ukraine - 12/2015

Directeurs de thèse : P. CODDEVILLE, A. PUD

Encadrant : J.-L. WOJKIEWICZ

Financement: Armines/Académie des Sciences Ukraine

- L. RIVELLINI, Aérosols en Afrique de l'Ouest : caractérisation physico-chimique, propriétés optiques et identification de sources

Université Lille Nord de France, Lille, France - 10/2017

Directeurs de thèse : V. RIFFAULT, I. CHIAPPELLO

Financement: Labex CaPPA (1/2 SAGE ; 1/2 LOA)

- M. RIZK, Développement, validation et

mise en oeuvre sur le terrain d'une méthode de caractérisation in-situ des processus de sorption des COV par les matériaux de construction

Université Lille 1 Sciences et Technologies - 11/2015

Directeurs de thèse : N. LOCOGE, S. LE CALVE

Encadrants : C. SCHOEMACKER, S. DUSANTER, M. VERRIELE

Financement: ADEME/Mines Douai

- S. SKLAVENITI, Development and field deployment of a portable instrument to measure ozone production rates in the troposphere

Université Lille 1 Sciences et Technologies - 11/2016

Directeurs de thèse : N. LOCOGE, P. STEVENS

Encadrant : S. DUSANTER

Financement: Ecole des Mines de Douai/Université Indiana (USA)

- S. ZHANG, Analyse dynamique, en champ proche et à résolution temporelle fine, du carbone organique atmosphérique en situation urbaine sous influence industrielle

Laboratoire de Physico-Chimie de l'Atmosphère, ULCO, Dunkerque, France - 11/2015

Directeurs de thèse : V. RIFFAULT, H. DELBARRE

Encadrant : S. DUSANTER

Financement: Mines Douai/Région NPdC

Articles dans revues avec comité de lecture

- W. AIT-HELAL, A. BORBON, S. SAUVAGE, J. DE GOUW, A. COLOMB, V. GROS, F. FREUTEL, M. CRIPPA, C. AFIF, U. BALTENSPERGER, M. BEEKMANN, J. DOUSIN, R. DURAND-JOLIBOIS, I. FRONVAL, N. GRAND, T. LEONARDIS, M. LOPEZ, V. MICHOU, K. MIET, S. PERRIER, A. PREVOT, J. SCHNEIDER, G. SIOUR, P. ZAPF, N. LOCOGE, Volatile and intermediate volatility organic compounds in suburban Paris: variability, origin and importance for SOA formation, *Atmospheric Chemistry and Physics*, Vol 14, pp 10439-10464, 2014. DOI: 10.5194/acp-14-10439-2014

- C. BARAKAT, P. GRAVEJAT, O. GUAITELLA, F. THEVENET, A. ROUSSEAU, Oxidation of isopropanol and acetone adsorbed on TiO₂ under plasma generated ozone flow: Gas phase and adsorbed species monitoring, *Applied Catalysis B-Environmental*, Vol 147, pp 302-313, 2014. DOI: 10.1016/j.apcatb.2013.09.008

- H. BOUZIDI, A. TOMAS, C. FITTSCHEN, Photolysis of 2,3-pentanedione and 2,3-hexanedione: kinetics, quantum yields,

and product study in a simulation chamber, *Atmospheric Environment*, Vol 82, pp 250-257, 2014. DOI: doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.10.039

- H. BOUZIDI, H. LAVERSIN, A. TOMAS, P. CODDEVILLE, C. FITTSCHEN, G. EL DIB, E. ROTH, A. CHAKIR, Reactivity of 3-hydroxy-3-methyl-2-butanone: Photolysis and OH reaction kinetics, *Atmospheric Environment*, Vol 98, pp 540-548, 2014. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2014.09.033

- A. BOYNARD, A. BORBON, T. LEONARDIS, B. BARLETTA, S. MEINARDI, D. BLAKE, N. LOCOGE, Spatial and seasonal variability of measured anthropogenic nonmethane hydrocarbons in urban atmospheres: Implication on emission ratios, *Atmospheric Environment*, Vol 82, pp 258-267, 2014. DOI: dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.09.039

- T. BRAURE, Y. BEDJANIAN, M. ROMANIAS, J. MORIN, V. RIFFAULT, A. TOMAS, P. CODDEVILLE, Experimental study of the reactions of limonene with OH and OD radicals: Kinetics and products, *Journal of Physical Chemistry A*, Vol 118, N°40, pp 9482-9490, 2014. DOI: 10.1021/jp503572c

- L. CHIAPPINI, S. VERLHAC, R. AUJAY, W. MAENHAUT, C. PUTAUD, J. SCIARE, J. JAFFREZO, C. LIOUSSE, C. GALY-LACAUX7, L. ALLEMAN, P. PANTELIADIS8, E. LEOZ1, O. FAVEZ1, Clues for a standardized thermal-optical protocol for the assessment of organic and elemental carbon within ambient air particulate matter, *Atmospheric Measurement Techniques*, Vol 7, pp 1649-1661, 2014. DOI: 10.5194/amt-7-1649-2014

- K. CLARKE, N. REDON, A. C. ROMAIN, N. LOCOGE, Chemical Mass Balance Model Applied to an Olfactory Annoyance Problematic, *Environmental Science & Technology*, Vol 48, pp 12118-12125, 2014. DOI: dx.doi.org/10.1021/es5028458

- M. DJEHICHE, N. L. LE TAN, C. D. JAIN, G. DAYMA, P. DAGAUT, C. CHAUVEAU, L. PILLIER, A. TOMAS, Quantitative Measurements of HO₂ and Other Products of n Butane Oxidation (H₂O, H₂O, CH₂O, and C₂H₄) at Elevated Temperatures by Direct Coupling of a Jet-Stirred Reactor with Sampling Nozzle and Cavity Ring-Down Spectroscopy (cw-CRDS), *Journal of the American Chemical Society*, Vol 136, pp 16689-16694, 2014. DOI: dx.doi.org/10.1021/ja510719k

- R. HANSEN, S. GRIFFITH, S. DUSANTER, P. RICKLY, P. STEVENS, S. BERTMAN, M. CARROLL, M. ERICKSON, J. FLYNN, N. GROSSBERG, B. JOBSON, B. LEFER, H. WALLACE, Measurements of total hydroxyl radical reactivity during CABINEX 2009 – Part 1: field measurements, *Atmospheric*

Chemistry and Physics, Vol 14, pp 2923–2937, 2014. DOI: 10.5194/acp-14-2923-2014.

• S. MBENGUE, L. ALLEMAN, P. FLAMENT, Size-distributed metallic elements in submicronic and ultrafine atmospheric particles from urban and industrial areas in northern France, *Atmospheric Research*, Vol 135-136, pp 35-47, 2014. DOI: 10.1016/j.atmosres.2013.08.010

• M. MENDEZ, N. VISEZ, S. GOSSELIN, V. CRENN, V. RIFFAULT, D. PETITPREZ, Reactive and Non-Reactive Ozone Uptake During Aging of Oleic Acid Particles, *Journal of Physical Chemistry A*, Vol 118, N°40, pp 9471–9481, 2014. DOI: 10.1021/jp503572c

• T. MERIAN, N. REDON, Z. ZUJOVIC, D. STANISAVLJEV, J.-L. WOJKIEWICZ, M. GIZDAVIC-NIKOLAIDIS, Ultra sensitive ammonia sensors based on microwave synthesized nanofibrillar polyanilines, *Sensors and Actuators B : chemical*, Vol 203, pp 626–634, 2014

• V. MICHOU, A. COLOMB, A. BORBON, K. MIET, M. BEEKMANN, M. CAMREDON, B. AUMONT, S. PERRIER, P. ZAPF, G. SIOUR, W. AIT-HELAL, C. AFIF, A. KUKUI, M. FURGER, J. C. DUPONT, M. HAEFFELIN, J. DOUSSIN, Study of the unknown HONO daytime source at a European suburban site during the MEGAPOLI summer and winter field campaigns, *Atmospheric Chemistry and Physics*, Vol 14, N°6, pp 2805–2822, 2014. DOI: 10.5194/acp-14-2805-2014.

• N. ONDO ZUE ABAGA, S. DOUSSET, S. MBENGUE, C. MUNIER-LAMY, Is vetiver grass of interest for the remediation of Cu and Cd to protect marketing gardens in Burkina Faso ?, *Chemosphere*, Vol 113, pp 42–47, 2014. DOI: dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.04.010.

• H. PLAISANCE, A. BLONDEL, V. DES-AUZIERS, P. MOCHO, Characteristics of formaldehyde emissions from indoor materials assessed by a method using passive flux sampler measurements, *Building and Environment*, Vol 73, pp 249–255, 2014. DOI: dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.12.011

• H. PLAISANCE, A. BLONDEL, V. DES-AUZIERS, P. MOCHO, Hierarchical cluster analysis of carbonyl compounds emission profiles from building and furniture materials, *Building and Environment*, Vol 75, pp 40e45, 2014. DOI: dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.01.014

• G. POULHET, S. DUSANTER, S. CRUNAIRE, N. LOCOGE, V. GAUDION, C. MERLEN, P. KALUZNY, P. CODDEVILLE, Investigation of formaldehyde sources in French schools using a passive flux sam-

pler, *Building and Environment*, Vol 71, pp 111–120, 2014. DOI: 10.1016/j.buildenv.2013.10.002

• T. SALAMEH, C. AFIF, S. SAUVAGE, A. BORBON, N. LOCOGE, Speciation of non-methane hydrocarbons (NMHCs) from anthropogenic sources in Beirut, Lebanon, *Environmental Science and Pollution Research*, Vol 21, N°18, pp 10867–10877, 2014. DOI: 10.1007/s11356-014-2978-5

• L. SIVACHANDIRAN, F. THEVENET, A. ROUSSEAU, Regeneration of IPA saturated Mn_xO_y surface: comparison of thermal, ozonolysis and non-thermal plasma treatments, *Chemical Engineering Journal*, Vol 246, pp 184–195, 2014. DOI: 10.1016/j.cej.2014.02.058

1 : Laboratoire de Physique des Plasmas, Ecole Polytechnique, Palaiseau, France
• S. SOBANSKA, G. FALGAYRAC, J. RIMETZ-PLANCHON, E. PERDRIX, C. BREMARD, J. BARBILLAT, Resolving the internal structure of individual atmospheric aerosol particle by the combination of Atomic Force Microscopy, ESEM-EDX, Raman and ToF-SIMS imaging, *Microchemical Journal*, Vol 114, pp 89–98, 2014. DOI: dx.doi.org/10.1016/j.microc.2013.12.007

• F. THEVENET, L. SIVACHANDIRAN, O. GUAITELLA, C. BARAKAT, A. ROUSSEAU, Plasma-catalyst coupling for VOC removal and indoor air treatment: a review, *Journal of Physics D-Applied Physics*, Vol 47, N°22, pp 1–14, 2014. DOI: 10.1088/0022-3727/47/22/224011.

• F. THEVENET, C. GUILLARD, A. ROUSSEAU, Acetylene photocatalytic oxidation using continuous flow reactor: Gas phase and adsorbed phase investigation, assessment of the photocatalyst deactivation, *Chemical Engineering Journal*, Vol 244, pp 50–58, 2014. DOI: dx.doi.org/10.1016/j.cej.2014.01.038

• D. Trinh. TRAN, L. ALLEMAN, P. CODDEVILLE, J.-C. GALLOO, Indoor-outdoor behavior and sources of size-resolved airborne particles in French classrooms, *Building and Environment*, Vol 81, pp 183–191, 2014. DOI: dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.06.023

• A. WAKED, O. FAVEZ, L. ALLEMAN, C. PIOT, J. PETIT, T. DELAUNAY, E. VERLINDEN, B. GOLLY, J. BESOMBES, J. JAFFREZO, E. LEOZ, Source apportionment of PM₁₀ in a North-Western Europe regional urban background site (Lens, France) using Positive Matrix Factorization and including primary biogenic emissions, *Atmospheric Chemistry and Physics*, Vol 14, pp 3325–3346, 2014. DOI: 10.5194/acp-14-3325-2014.

• C. YOUNG, R. WASHENFELDER, P. M. EDWARDS, D. D. PARRISH, J. GILMAN, W. KUSTER, L. MIELKE, H. OSTHOFF, C. TSAI, O. PIKELNAYA, J. STUTZ, P. VERES, J. ROBERTS, S. GRIFFITH, S. DUSANTER, P. STEVENS, J. FLYNN, N. GROSSBERG, B. LEFER, J. HOLLOWAY, J. PEISCHL, T. RYERSON, E. ATLAS, D. BLAKE, S. BROWN, Chlorine as a primary radical: evaluation of methods to understand its role in initiation of oxidative cycles, *Atmospheric Chemistry and Physics*, Vol 14, N°7, pp 3427–3440, 2014. DOI: 10.5194/acp-14-3427-2014.

• S. ZEGHINA, J.-L. WOJKIEWICZ, S. LAMOURI, B. BELAABED, N. REDON, Enhanced microwave absorbing properties of lightweight films based on polyaniline/aliphatic polyurethane composites in X band, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol 131, N°20, pp 40961, 2014. DOI: 10.1002/app.40961

Communications dans congrès internationaux ou nationaux

• L. ALLEMAN, S. MBENGUE, E. PERDRIX, A. PASCAUD, P. FLAMENT, Factors Controlling the Pulmonary Bioaccessibility of Trace Elements in Atmospheric Fine and Ultrafine Particles Near an Industrial Site, AAAR 33rd Annual Conference, Orlando, Florida, USA, October 20–24, 2014

• M. BEEKMANN, B. LAURENT, A. BORBON, A. COLETTE, P. DURAND, P. FORMENTI, E. FRESNEY, V. GROS, C. JAMBERT, N. MARCHAND, K. SARTELET, S. SAUVAGE, J. SCIARE, K. SELLEGRI, A. ARMENGAUD, P. KERMEN, E. HAMONOU, F. DULAC, A modelling perspective of the summer 2013 CHARMEX chemistry intensive campaign : origin of photo-oxidant and aerosol formation, European Geosciences Union General Assembly 2014 - EGU2014, Vienna, Austria, 27 April – 02 May 2014

• M. BLOCQUET, M. MENDEZ, M. VERRIELE, S. DUSANTER, N. LOCOGE, S. LE CALVE, N. BLOND, T. LEONARDIS, C. FITTSCHEN, B. HANOUNE, M. WARD, Influence de la pollution extérieure sur la qualité de l'air dans les Bâtiments Performants en Energie, Colloque Francophone "Combustion et Pollution Atmosphérique" COMPOLA 2014, Tanger, Maroc, 22–24 octobre 2014

• S. GRIFFITH, R. HANSEN, S. DUSANTER, P. STEVENS, CALNEX-LA SCIENCE TEAM, HO_x radical chemistry during CalNex-LA: Measurements and Model comparisons, Atmospheric Chemical Mechanism conference, UC Davis, Etat Unis, December 10–12, 2014

- B. HANOUNE, M. BLOCQUET, S. BATUT, S. COUDERT, S. GERMAIN, D. PETITPREZ, L. PILLIER, M. WARD, M. MENDEZ, S. DUSANTER, V. GAUDION, T. LEONARDIS, N. LOCOGE, M. RIZK, M. VERRIELE, M. GUGLIELMINO, S. LE CALVE, C. LIAUD, C. SCHOEMAECKER, The Complex Chemistry in Low Energy Buildings, 4th Sino-French Joint Workshop on Atmospheric Environment, Lyon, December 10-13, 2014
- H. MARRIS, G. TROUVE, G. LEYSSENS, I. LEYSSENS, C. SCHONNENBECK, S. CAILLAT, E. PERDRIX, L. ALLEMAN, Analysis of inorganic compounds in submicronic and ultrafine fractions of wood combustion dust above the flame zone, DUST2014, 1ST International Conference on Atmospheric Dust, Castellana Marina, TA, Italy, June 1-6, 2014
- T. MERIAN, N. REDON, Z. ZUJOVIC, D. STANISAVLJEV, J.-L. WOJKIEWICZ, M. GIZDAVIC-NIKOLAIDIS, Optimization of nanostructured polyaniline composites for ammonia and trimethylamines detection, Advanced functional materials for environmental monitoring and applications of the E-MRS 2014 Spring Meeting, Lille (France), May 26 to 30, 2014
- L. OLIVIER, F. BATAULT, O. DEBONO, A. SUBRENAT, V. HEQUET, C. RAILLARD, F. THEVENET, L. LE COQ, N. LOCOGE, Optimization of Photocatalytic Media Geometry for the Improvement of Indoor Air PCO Treatment, SPEA-8 : 8th european meeting on solar chemistry and photocatalysis, Thessalonique, Grèce, June 25-28, 2014
- H. OURRAD, F. THEVENET, V. RIFFAULT, Sorption properties and photocatalytic reactivity of standard and natural dusts with model VOC, International Conference on Atmospheric Dust 2014, Castellana Marina, Italy, June 1-6, 2014.
- A. PASCAUD, E. PERDRIX, L. ALLEMAN, S. SAUVAGE, T. DELAUNAY1, Determination of Local and Remote Sources Areas of PM10 In Northern France, AAAR 33rd Annual Conference, Orlando, Florida, USA, October 20-24, 2014.
- G. POULHET, S. DUSANTER, S. CRUNAIRE, N. LOCOGE, P. KALUZNY, P. CODDEVILLE, In-situ measurements of volatile organic compound emissions from building materials using passive flux samplers, 13th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Hong Kong (Chine), July, 7-12 2014
- M. RIZK, M. VERRIELE, S. DUSANTER, M. WARD, S. LE CALVE, N. LOCOGE, Sorption of Organic gases onto Building Materials: Development of a new device for In-situ Measurements, 13th International Conference on Indoor Air Quality and Climate , Hong Kong (Chine), 7-12 juillet 2014
- T. SALAMEH, S. SAUVAGE, C. AFIF, A. BORBON, N. LOCOGE, Composition and source apportionment of Non-Methane Volatile Organic Compounds (NMVOCs) in Beirut, Lebanon , Air Quality Conference 2014 , Garmisch - Partenkirchen (Allemagne), 24-28 march, 2014
- A. SETYAN, V. CRENN, V. RIFFAULT, J. JAFFREZO, A. WAKED, S. SAUVAGE, J. BESOMBES, J. PETIT, O. FAVEZ, T. LEONARDIS, J. SCIARE, N. LOCOGE, Characterization of sources and processes of organic aerosols sampled at Revin, France, during the EMEP 2012 summer campaign, Air Quality Conference 2014, Garmisch - Partenkirchen (Allemagne), 24-28 march, 2014
- L. SIVACHANDIRAN, F. THEVENET, A. ROUSSEAU, Regeneration of IPA saturated Mn_xO_y surface : comparaison of thermal, ozonolysis, and non-thermal plasma treatment, International Symposium on Non-Thermal/Thermal Plasma Pollution Control Technology and Sustainable Energy (ISNTP-9) 16-20 juin 2014, Dalian, China , June 16-20, 2014.
- C. SLEIMAN, G. EL DIB, H. BOUZIDI, H. LAVERSIN, A. MORENO, A. TOMAS, C. FITTSCHEN, P. CODDEVILLE, E. ROTH, B. BALLESTEROS, A. CANOSA, J. ALBALADEJO, A. CHAKIR, Atmospheric chemistry of hydroxyketones: photolysis and reaction with OH radicals and Cl atoms, 23rd International Symposium on Gas Kinetics and Related Phenomena du , Szeged, Hongrie, July 20-25, 2014
- S. TLILI, S. CRUNAIRE, N. LOCOGE, P. CODDEVILLE, Wood plastic composite materials made from recycled waste wood and plastic: assessment of formaldehyde and voc emissions, 13th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Hong Kong, Chine, July 7-12, 2014
- A. TOMAS, H. BOUZIDI, H. LAVERSIN, G. EL DIB, C. SLEIMAN, C. FITTSCHEN, E. ROTH, A. CHAKIR, A. CANOSA, P. CODDEVILLE, Chimie atmosphérique des hydroxycétones : importance de la voie de photolyse, Colloque Francophone "Combustion et Pollution Atmosphérique" COMPOLA 2014 , Tanger (Maroc), 22-24 octobre 2014
- M. VERRIELE, M. WARD, B. HANOUNE, N. LECLERC, N. LOCOGE, Do Low Energy Public Buildings (LEPB) comply with the Recent IAQ Regulations in France ? What about unregulated VOC ?, 13th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Hong Kong (Chine), 7-12 juillet 2014
- M. VERRIELE, N. ALLAM, L. DEPELCHIN, L. LE COQ, N. LOCOGE, Radiello diffusive sampler® for measurement of VOC from landfill biogas, 8th International Symposium on Modern Principles of air Monitoring and Biomonitoring, Marseille, 15-19 juin 2014
- J. VINCENT1, B. LAURENT, G. BERGAMETTI, R. LOSNO, S. SAUVAGE, P. CODDEVILLE, F. DULAC, Mineral dust deposition in Western Mediterranean basin, European Geosciences Union General Assembly 2014 - EGU2014, Vienna, Austria, 27 April – 02 May 2014
- A. WAKED, B. GOLLY, O. FAVEZ, L. ALLEMAN, C. PIOT, T. DELAUNAY, E. VERLINDEN, J. BESOMBES, J. JAFFREZO, E. LEOZ, Source Apportionment of PM10 in a North-Western Europe Regional Urban Background Site (Lens, France): Interest of the Use of Organic Tracers in a Positive Matrix Factorization Methodology, AAAR 33rd Annual Conference, Orlando, Florida, USA, October 20-24, 2014.
- A. WAKED, O. FAVEZ, J. JAFFREZO, J. BESOMBES, B. GOLLY, L. ALLEMAN, T. DELAUNAY, G. GUILLAUD, P.-. GUERNION, On the Use of Organic Molecular Markers for the Apportionment of Aerosols - Insight from PMF Analysis at 3 French Urban Sites, AAAR 33rd Annual Conference, Orlando, Florida, USA, October 20-24, 2014.

DEPARTEMENT TECHNOLOGIE DES POLYMERES ET COMPOSITES & INGENIERIE MECANIQUE

Créé en 1983 à la demande de la profession des plastiques (Fédération de la Plasturgie et des Composites) ainsi que du Ministère de l'Industrie et de la Recherche, le Département « Technologie des Polymères et Composites » a été la première unité de formation d'ingénieurs et de recherche technologique mise en place en France dans le domaine de la plasturgie. Ce noyau a été renforcé en 2005 par fusion avec une partie de l'équipe de « Mécanique et Comportement des Matériaux » pour constituer un nouveau département « Technologie des Polymères et Composites & Ingénierie Mécanique ».

Présentation

Le département « Technologie des Polymères et Composites & Ingénierie Mécanique » (TPCIM) est un laboratoire pluridisciplinaire, qui intègre des composantes relevant des champs de la science des matériaux, de la science des procédés, de la mécanique des structures et des fluides (rhéologie et écoulement dans les milieux poreux), de la thermique ainsi que de la physico-chimie. Ses objectifs principaux sont :

- le développement des outils de fabrication pour les industries de la transformation et de l'utilisation des polymères et composites,
- la fiabilisation de la conception des pièces et des structures mécaniques.

Il est caractérisé par des associations matériau-procédé-produit et science-technologie dans les investissements et les actions engagés, par des partenariats forts avec l'industrie et l'université, ainsi que par une ouverture internationale tant académique qu'industrielle. Ses activités de formation, de recherche et d'assistance technique sont orientées vers :

- l'optimisation de la mise en forme des matériaux et des pièces industrielles en polymères et composites (plasturgie), avec comme finalité une meilleure compréhension des interactions entre les matériaux constitutifs, les paramètres de transformation (procédés et outillages), les phénomènes physico-chimiques, thermo-mécaniques, rhéologiques associés aux procédés de fabrication, la qualité et les performances des pièces fabriquées, en intégrant leur cycle de vie.
- l'analyse du comportement des structures mécaniques, avec comme finalité la conception fiabilisée et l'amélioration de la durabilité des pièces et des structures, en tenant compte de la technologie de fabrication, des sollicitations, de la microstructure du matériau, de la géométrie et du milieu environnant.

Les matériaux et structures étudiés sont soit majoritairement organiques ou métalliques, soit des associations externes de ces deux classes (multi-matériaux). Pour des besoins de fonctionna-

lisation, les matériaux organiques peuvent comporter plusieurs phases présentes aux échelles nano- et microscopiques, notamment pour donner naissance à des hétérophasés organo-minéraux.

Thèmes de recherche et formations

Recherche

Les recherches sont menées essentiellement dans le cadre de thèses de doctorat ou de post-docs supportées par des projets pluriannuels dans le cadre de collaborations académiques et industrielles. Intégrant les évolutions des besoins en termes de matériaux et de technologies exprimés par le milieu socio-économique, elles sont soit initiées par le laboratoire avec une orientation amont à vocation prospective, soit développées avec une orientation aval avec participation technique et financière directe de l'Industrie. Elles s'inscrivent dans les deux axes suivants :

- mise en œuvre, transformation et mise en forme des polymères, polymères multiphasés (alvéolaires ou mélanges de polymères ou polymères à renforts particuliers de type charges, fibres coupées, nanoparticules) et composites organiques structuraux (polymères à fibres continues) : analyse, caractérisation, modélisation et contrôle des phénomènes couplés associés en particulier aux technologies d'injection, extrusion, thermoformage, rotomoulage, moulage LCM (Liquid Composite Moulding) et fabrication de structures fibreuses complexes ou optimisées vis-à-vis des usages considérés, par exemple par placement de fibres (facteurs générateurs de qualité ou de défauts, conduite auto-adaptative des procédés, écoulement, transferts thermiques, thermo-cinétique des résines, déformation des milieux fibreux et inserts en mousse, optimisation de la conception, de la fabrication et de l'utilisation des pièces ...).



- fiabilité des structures mécaniques organiques, métalliques ou hybrides (approche stochastique, fatigue et fluage, mécanique de la rupture, micro-mécanique, contraintes résiduelles ...) : mise en oeuvre de modèles et outils numériques spécifiques (visco-élasto-plasticité, éléments finis stochastiques ou de cohésion, bloc fissure ...) associés à une validation expérimentale (techniques de type ultrasons, émission acoustique, thermographie infrarouge...).

De manière transversale, une attention particulière est portée au développement durable : matériaux biosourcés (issus de ressources renouvelables) et rematérialisés (recyclage, valorisation), procédés de transformation à impact environnemental limité, éco-conception.

Enfin, on soulignera un fort engagement dans les nouvelles structures de recherche et projets lauréats du Programme des Investissements d'Avenir (PIA) avec :

- un rôle clé dans l'Institut pour la Transition Energétique (ITE) IFMAS (Institut Français des Matériaux Agro-Sourcés), en pilotant notamment le programme de R&D (2012-21) dédié à la « plasturgie des matériaux biosourcés » et en assurant la fonction de Secrétaire Général du Comité d'Orientation Stratégique (mandat de 5 ans, 2013-18). Un des objectifs de cet Institut est de mettre au point de nouvelles technologies pour créer des matériaux innovants (plastiques, résines, peintures, composites ...) à partir de ressources végétales locales, telles que les céréales et la pomme de terre.

- une contribution notable à la définition des programmes de R&D de l'Institut de Recherche Technologique (IRT) RAILENIUM, en copilotant le programme dédié aux « matériaux et procédés » (2012-21). L'objectif de cet Institut est de devenir leader pour la R&D, l'innovation et l'ingénierie de formation dans le domaine de l'infrastructure ferroviaire, en s'attachant notamment à améliorer la durabilité des composants des infrastructures, développer des structures innovantes en tenant compte de l'environnement et optimiser la surveillance de l'état des infrastructures.

- deux projets structurants de pôles de compétitivité (PSPC) complémentaires FIABILIN et SINFONI (2013-17), ayant pour ambition de structurer la filière française des fibres végétales techniques (lin, chanvre) à usage matériaux (renforcement de plastiques, selon le cas thermoplastiques ou thermodurcissables, biosourcés ou non).

Formations

Le Département TPCIM assure différents types d'actions :

- En formation (initiale et continue diplômante) d'élèves-ingénieurs dans le cadre du cycle fondamental et de deux cursus d'approfondissement dont les programmes d'enseignement ont été conçus avec les représentants des professions concernées :

- cursus "Technologie des Polymères et Composites", créé à la demande de la Fédération de la Plasturgie et des Composites et labellisé par les pôles de compétitivité MATIKEM (Chimie/chimie verte, matériaux biosourcés) et IAR (Industrie et Agro-Ressources). Il répond aux développements industriels dans le domaine de la mise en forme et de la conception des pièces en plastiques et composites : élaboration / fonctionnalisation des matériaux, optimisation des procédés de transformation et de fabrication (outillages et machines), conception (outils numériques de modélisation, simulation, virtualisation), automatisation, acquisition et traitement de données, prise en compte du développement durable (matériaux biosourcés, recyclage, éco-conception)...

- cursus "Ingénierie Mécanique". Il répond aux besoins industriels de formation de cadres en conception mécanique, maîtrisant les outils informatiques et numériques de conception et disposant des connaissances nécessaires au choix des matériaux pour la conception et la réalisation de pièces, produits ou machines.

Le Département TPCIM est également en charge du volet "résistance des matériaux" du cycle fondamental de la formation initiale et de la formation continue diplômante à distance (e-learning).

- En formation spécialisée, contribution au cycle « Advanced Technologies in Petrochemicals, Polymers and Plastics » de l'IFP School.

- En formation professionnelle, une dizaine de stages est programmée au catalogue (connaissance générale des plastiques, injection, extrusion, composites, conception de pièces et d'outillages... ; métallurgie, extensométrie, méthode des éléments finis, résistance des matériaux...). Sont également organisées des formations à la demande (parcours individuels, actions collectives, stages en langue anglaise), des actions spécifiques destinées aux Ingénieurs et Techniciens Supérieurs de l'Industrie et des Mines ou à des cadres d'EDF, notamment dans le domaine des équipements sous pression.



- Dans le cadre des relations avec l'Université de Lille 1, plusieurs modules de cours sont assurés dans trois masters (Mécanique, Génie Mécanique et Ingénierie des Systèmes Polymères), les deux derniers étant délivrés en co-habilitation.

- Dans un cadre international, contribution au master "Computer Aided Conception and Production in Mechanical Engineering" de la RWTH Aachen (Allemagne) et à la mise en place d'une filière de formation francophone dans la spécialité "Matériaux Avancés" à Hanoï (Vietnam) en partenariat avec l'ESCT (Ecole Supérieure de Communication et de Transport) et d'autres Ecoles des Mines.



Effectifs

L'effectif du Département TPCIM est de 65 personnes en décembre 2014 :

18 enseignants-chercheurs, dont 11 HDR (8 professeurs, 10 docteurs), 4 ingénieurs,
10 techniciens, dont 2 apprentis
3 administratifs,
23 doctorants,
7 post-docs.

Principaux équipements

7500 m2, dont 3800 m2 de laboratoires et ateliers, regroupent les équipements suivants :

- Parc de machines industrielles de fabrication de pièces en plastiques et composites (injection, extrusion, co-extrusion de films, extrusion-soufflage, rotomoulage, thermoformage, enroulement filamentaire, injection sur renfort, compression, placement automatisé de fibres...).
- Banc d'essais modulables de pièces industrielles (dont équipements sous pression) sous sollicitations statiques et/ou dynamiques mono ou multiaxiales en environnement thermo-hygrométrique contrôlé.
- Analyse thermo-mécanique, rhéologique, physique, thermique, structurale, dimensionnelle, non destructive (US, EA, TIR, CIN).
- Codes de simulation multiphysique (rhéologie, mécanique, thermique).

Faits marquants de l'année

L'année écoulée a été marquée plus particulièrement par les événements et réalisations suivants :

Enseignement

- Développement d'un module de cours en e-learning sur la plasturgie, dans le cadre du volet « formation » de l'Institut pour la Transition Energétique (ITE) IFMAS (Institut Français des Matériaux Agro-Sourcés).

Recherche et Transfert de Technologie

- Acquisition de nouveaux équipements scientifiques de caractérisation et de transformation des polymères et/ou composites (analyseur enthalpique différentiel ultra-haute vitesse, dynamomètre ...)
- Contribution à l'organisation de plusieurs manifestations scientifiques et techniques :
 - Congrès international "La mécanique et les matériaux, moteurs du développement durable", JET'2014, Marrakech, Maroc, 28-30 avril 2014
 - 1er Séminaire de Recherche IFMAS (Institut Français des Matériaux Agro-Sourcés), Douai, 4 juin 2014
 - Séminaire-Atelier "Modélisation avec COMSOL Multiphysics", Douai, 6 juin 2014

Chiffres de l'année

Nombre d'élèves en formation

90 en cycle d'approfondissement de la formation d'ingénieurs (cursus "Technologie des Polymères et Composites" et "Ingénierie Mécanique"), en avant dernière et dernière année du cursus.

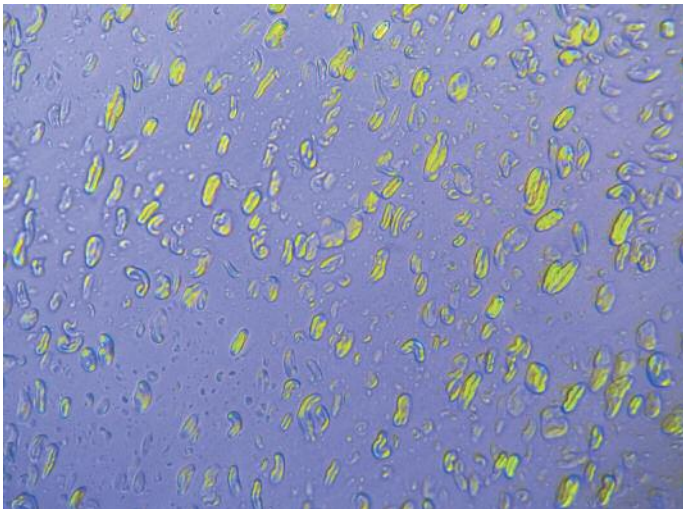
Activités scientifiques

1 Habilitation à Diriger des Recherches soutenue
9 thèses de doctorat soutenues,
14 masters recherche soutenus,
23 publications en revues à comité de lecture,
2 contributions à ouvrage,
25 communications orales avec comité de sélection et actes,
17 communications orales autres.
4 communications par affiche.

• Développement des projets de recherche suivants :

- **Systèmes polymères biosourcés**

Les pressions environnementales et sociétales en matière de développement durable et de réduction de l'impact des matières plastiques sur l'environnement, couplées à la flambée du prix du pétrole poussent à substituer aux polymères synthétiques d'origine pétrolière des matériaux issus de ressources naturelles renouvelables végétales ou animales, dans diverses applications (emballage, transport, bâtiment, médical). Ces matériaux biosourcés, biopolymères (amidon, PLA, PA11 ...), biorenforts (cellulose, chanvre, lin...) et biocomposites, présentent toutefois encore un certain nombre de handicaps par rapport à leurs homologues issus des filières traditionnelles, qu'il convient de pallier en jouant sur leur formulation, leur mélange avec d'autres composants, et en adaptant/optimisant les technologies de transformation conduisant à la fabrication de pièces industrielles. Dans ce contexte, sont en cours plusieurs projets de recherche portant sur les biopolymères, les biocomposites, les bionanocomposites. Le développement de mousses polymères biosourcées est également considéré dans une optique d'allègement. Les problématiques principales abordées concernent l'optimisation des stratégies d'élaboration, y compris le développement de formulations adaptées à certains procédés réactifs avec élaboration et mise en forme en une seule étape, la compréhension de la structure et de la morphologie induites par la mise en oeuvre ultérieure, ainsi que l'établissement et la modélisation des relations structure/propriétés d'usage. Ce volet est, pour partie, traité dans le cadre de l'Institut pour la Transition Énergétique (ITE) IFMAS (Institut Français des Matériaux Agro-Sourcés).



Amidon plastifié extrudé

En particulier, a été finalisé un projet portant sur le développement de films multi-couches d'emballage alimentaire à haute teneur en matières premières issues de ressources renouvelables obtenues par extrusion gonflage de gaine, et sur l'optimisation de leurs propriétés d'usage, notamment mécaniques et optiques. Il a été montré que (i) la formulation et les conditions d'élaboration jouent un rôle significatif sur l'aptitude du matériau bio-sourcé à la mise en forme par co-extrusion gonflage des films, (ii) les pro-

priétés optiques des films multi-couches peuvent être significativement améliorées par ajustement de la température d'extrusion gonflage, (iii) l'atteinte d'un niveau d'adhésion entre les différentes couches constitutives du film suffisant pour l'application visée nécessite l'utilisation d'une couche de liaison spécifique, (iv) la ténacité des films peut être augmentée de plus de 80% par ajustement de la formulation et des conditions d'élaboration.

- **Nanocomposites**

Dans le domaine des nanomatériaux, l'enjeu majeur est la maîtrise, au-delà de la phase de compoundage, de la dispersion et de l'orientation des nanorenforts tout au long de la chaîne de fabrication industrielle des produits finis. Des recherches sont en conséquence développées dans le cadre de plusieurs projets portant sur la maîtrise de l'élaboration et de la transformation de matériaux nanostructurés multi-fonctionnels ainsi que sur la caractérisation des propriétés multi-fonctionnelles induites (thermo-mécaniques, dimensionnelles, optiques, (di)électriques, imperméabilité aux gaz). Les investigations en cours portent sur des matrices issues de la filière pétrochimique (PP, PA6 ...) ou de ressources renouvelables (PLA, PA11, amidon ...), des nanocharges variées (argile, silice, CaCO₃, nanotubes de carbone, nanotubes d'halloysite...), utilisées le cas échéant sous forme de mélanges-maîtres, les procédés considérés étant, selon les cas, le compoundage par extrusion (bi-vis notamment), l'extrusion à plat, le soufflage de gaines, l'injection ou le thermoformage.

En particulier, a été finalisé un projet sur l'élaboration et la caractérisation de systèmes ternaires miscibles PLA/PEO/argile native en vue de tirer partie de la miscibilité des deux polymères PLA et PEO et de l'affinité entre le PEO et l'argile native. La démarche de préparation des systèmes ternaires consiste d'abord à disperser l'argile dans une matrice PEO pour obtenir des mélanges-maîtres. Dans ces matériaux la mobilité des chaînes confinées est fortement contrainte et le comportement rhéologique du polymère est significativement modifié en raison d'interactions fortes PEO-feuillets et inter-feuillets. Des systèmes ternaires PLA/PEO/argile native intercalés ont ensuite été obtenus par dilution dans le PLA des mélanges maîtres par extrusion. La structure PEO-feuillets contenus dans les mélanges maîtres est en pratique conservée dans les mélanges ternaires en raison des interactions fortes PEO-feuillets. Une étude approfondie par différentes techniques de caractérisation a montré que les mécanismes de séparation de phase lors du vieillissement sont significativement ralentis par la présence de l'argile. Enfin, l'interdiffusion de systèmes ternaires bi-couches à l'état fondu a été quantitativement analysée par rhéologie dynamique. En l'absence d'argile, une cinétique rapide d'interdiffusion du mélange fondu PLA/PEO est mise en évidence. A l'opposé, lorsqu'une fraction d'argile élevée est dispersée au sein du PEO, un temps d'interdiffusion identique ne permet plus d'obtenir un mélange fondu homogène et la dégradation thermique est accentuée. Ces travaux ont donné lieu à une analyse structurale approfondie des systèmes ternaires et à la mise en place d'une méthodologie originale d'évaluation de l'interdiffusion entre deux couches de polymères sur la base d'essais en rhéologie dynamique.

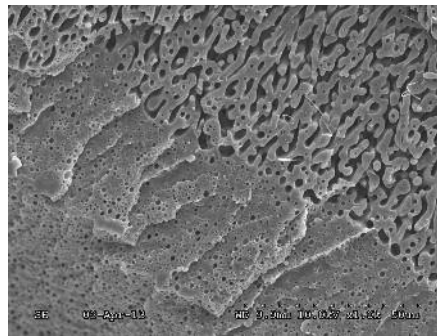
- Mélanges de polymères

Mélanger des polymères est l'une des voies les plus efficaces et intéressantes pour obtenir de nouveaux matériaux aux propriétés originales. Toutefois, la plupart des couples de polymères ne sont thermodynamiquement pas compatibles, avec pour conséquence une morphologie hétérogène et grossière du mélange qui induit en particulier une détérioration des propriétés mécaniques. Dès lors, il est indispensable de contrôler les paramètres gouvernant la formation de la morphologie et de comprendre l'influence de celle-ci sur le comportement mécanique (en particulier la plasticité). La morphologie dépend des caractéristiques physico-chimiques du mélange, telles que la composition, la tension interfaciale, et les propriétés élastiques et visqueuses des composants, mais également de paramètres de mise en œuvre tels que le temps de mélange, ou encore le cisaillement. En modifiant ces paramètres, il est possible de moduler la morphologie et donc les propriétés mécaniques. Il est par conséquent essentiel d'identifier et de maîtriser l'influence des modifications morphologiques sur le comportement mécanique.

Les performances mécaniques sont généralement évaluées à partir d'essais normalisés sur éprouvettes. Cependant, une analyse plus approfondie (par exemple en ayant recours à des mesures des champs de déformation par corrélation d'image) est souvent nécessaire pour comprendre les facteurs gouvernant les mécanismes de déformation et d'endommagement des mélanges. La démarche consiste ensuite à modéliser le comportement mécanique en prenant en compte la morphologie du mélange dans une approche multiéchelle nécessitant une caractérisation représentative de la morphologie d'un point de vue macroscopique jusqu'à l'échelle la plus fine. La caractérisation réalisée par microscopie électronique à balayage est complétée par tomographie à rayons X. Cette démarche est actuellement mise en œuvre pour le mélange PP/PC.

La compatibilisation (couplage, copolymères à blocs), très largement utilisée dans le domaine des mélanges de polymères, permet de stabiliser la morphologie et ainsi d'améliorer les propriétés mécaniques. Des études récentes ont aussi mis en évidence l'intérêt d'utiliser des nanocharges pour améliorer les pro-

priétés de mélanges de polymères. Cependant, les phénomènes physico-chimiques mis en jeu dans le processus de compatibilisation restent encore mal compris. En particulier, il n'est pas possible d'utiliser les modèles rhéologiques classiquement utilisés dans le domaine des mélanges de polymères, pour prévoir le comportement rhéologique des mélanges complexes étudiés. Le but est donc, à partir des modèles de Palierne et Bousmina (visco-élasticité linéaire) ou de Lee et Park (visco-élasticité non linéaire) qui ne permettent pas en l'état de décrire le comportement rhéologique des mélanges considérés, de proposer une approche originale permettant de comprendre et maîtriser les mécanismes gouvernant la morphologie de ces systèmes compatibilisés. Cette approche est actuellement implémentée dans le cas de mélanges binaires au comportement rhéologique bien connu (i.e. PS/PMMA).



*Morphologie co-continue
de mélanges de polymères*

Enfin, a été finalisé un projet relatif à l'amélioration de la ductilité et de la résistance aux chocs d'un PLA amorphe et fragile, par mélange avec un PA11 semi-cristallin et des nanotubes d'halloysite. Pour un taux optimal de nanotubes et de PA11, l'allongement à la rupture du système à base de PLA augmente de 4 à 155% sans dégradation de la résistance et de la rigidité en traction. Dans le même temps, la résistance au choc est multipliée par deux. Ces améliorations sont induites par (i) la formation d'une structure fibrillaire, (ii) la localisation sélective de la nanocharge dans la phase minoritaire PA11 et aux interfaces, (iii) le renforcement des interfaces PLA/PA11.



- Polymères fonctionnels (piézoélectriques, à mémoire de forme)

Apporter des fonctionnalités nouvelles ou optimisées à des matériaux permet d'en étendre le champ des applications, notamment vers des marchés à forte valeur ajoutée. Dans ce contexte, deux aspects sont actuellement traités, portant sur le développement et l'optimisation de polymères, piézoélectriques d'une part, à mémoire de forme d'autre part.

Sur le premier volet, une étude portant sur l'évaluation du potentiel d'un polymère bio-sourcé, pour des applications piézoélectriques a été finalisée. En effet, les développements récents des applications d'électronique portable demandent de plus en plus l'utilisation de systèmes de récupération d'énergie à partir de sources environnantes de basse énergie. La conversion piézoélectrique à partir de sources vibratoires peut alors être un moyen intéressant pour l'alimentation électrique de petits systèmes. Dans un premier temps, les effets de traitements physiques ou chimiques sur le développement des phases cristallines d'intérêt piézoélectrique ont été étudiés. Dans un deuxième temps, différentes nanocharges ont été incorporées dans le polymère et certaines permettent l'amélioration de ses propriétés piézoélectriques. Enfin, une méthode spécifique de quantification de la récupération d'énergie vibratoire a été développée et a permis de confirmer l'intérêt de tels nanocomposites pour ce type d'applications.

Sur le second volet, est exploité le fait que certains matériaux peuvent, sous l'action d'un stimulus extérieur, voir leur géométrie ou autre propriété significativement modifiée. Ces matériaux peuvent donc être utilisés pour la fabrication de capteurs ou d'actionneurs pilotés par le stimulus considéré. Une première étude a été initiée, en vue d'évaluer le potentiel de mémoire de forme d'un polyuréthane thermoplastique. Elle montre (i) qu'un matériau ne présentant qu'une faible capacité de mémoire de forme initiale peut être transformé en un polymère à mémoire de forme élevée, sans modification chimique, grâce à l'application d'un nombre limité de cycles de fonctionnalisation physique, et (ii) que dans ce cas, la capacité à présenter des propriétés de mémoire de forme est à relier aux contraintes résiduelles induites dans le matériau au cours des traitements physiques. D'autres projets ont été ensuite engagés pour (i) étendre le champ des systèmes polymères et des stimuli considérés, (ii) optimiser leur transformation en

pièces de géométries complexes, et (iii) développer des outils numériques d'optimisation de la conception de systèmes à mémoire de forme, sur la base de la modélisation du comportement mécanique monotone et cyclique en grandes transformations de tels matériaux.

- Composites thermoplastiques polymère/polymère

L'appellation « composite » recouvre une multitude de familles de matériaux. Dans son acception la plus courante, il s'agit d'une association biphasique d'une matrice isotrope et d'un renfort orienté. Les composites constitués de polymères thermoplastiques renforcés de fibres coupées (verre, carbone, lin...) sont ainsi fréquemment mis en oeuvre dans le domaine de la plasturgie, notamment pour fabriquer des pièces injectées. Bien que présentant des performances remarquables, ces matériaux ont toutefois l'inconvénient majeur d'être difficilement gérables en fin de vie. En effet, le recyclage du composite par refonte et passage dans un outil de transformation entraîne un affaiblissement sévère des performances mécaniques du fait de la dégradation des fibres. Afin de pallier ce problème, il est envisageable d'élaborer des composites polymère/polymère par fibrillation in-situ (matrice et phase renforçante toutes deux de nature polymérique). Il s'agit de mélanger deux thermoplastiques de telle sorte que l'un se disperse dans l'autre sous forme de fibrilles, sous la simple action de l'écoulement. Contrairement aux composites traditionnels, ils sont ainsi intégralement thermoplastiques et présentent un fort potentiel de recyclage. Des verrous scientifiques et technologiques restent néanmoins à surmonter, notamment concernant les critères rhéologiques permettant la fibrillation, le renforcement des interfaces et la stabilité de la morphologie lors de la phase ultime d'injection.

Des recherches ont été menées en ce sens. En particulier, a été finalisé un projet portant sur l'élaboration de composites micro-fibrillaires par fibrillation in-situ à partir de couples de polymères immiscibles (issus soit de ressources fossiles de type PP/PA6 ou renouvelables de type PLA/PA11). Après mise au point du procédé d'extrusion - étirage en continu et identification des rapports de viscosité et d'élasticité optimaux, la plage de température d'injection permettant de conserver la structure fibrillaire initiale a été déterminée. Diverses stratégies d'introduction de nanocharges ont aussi été considérées de façon à affiner la morphologie et amé-

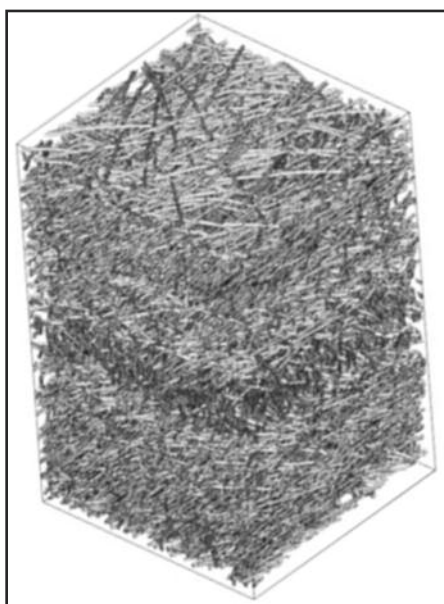
liorer les performances thermomécaniques. En complément a été engagée une analyse approfondie de la morphologie de ces systèmes polymères à l'échelle macroscopique par tomographie à rayons X et du comportement mécanique par corrélation d'image. L'ensemble de la démarche mise en oeuvre a conduit à des résultats prometteurs. Les conditions optimales d'extrusion puis d'injection permettant de générer puis de conserver la fibrillation in-situ ont été identifiées. En outre, lorsqu'une fibrillation fine est obtenue au cours de l'injection, une ductilité importante est atteinte sans avoir recours à un compatibilisant.

- Composites thermoplastiques renforcés de fibres coupées

Les polymères thermoplastiques chargés/renforcés par des fibres coupées (majoritairement de verre, les applications industrielles à base de fibres de carbone ou de fibres végétales étant encore peu nombreuses) sont largement utilisés dans l'industrie de la plasturgie, notamment dans les applications automobiles. Leur intérêt réside en effet dans l'utilisation des mêmes technologies de moulage que les thermoplastiques non renforcés avec une augmentation remarquable des performances mécaniques, thermomécaniques et dimensionnelles accessibles. Toutefois, l'élargissement du champ de leur utilisation dans des applications plus techniques (i.e. thermomécaniquement plus contraignantes) passe par (i) un accroissement de la pertinence et de la fiabilité des outils de conception et de dimensionnement de pièces utilisés dans les bureaux d'études des équipementiers et constructeurs, et (ii) une augmentation significative des propriétés mécaniques du composite, le renforcement par des fibres coupées seules étant limité du fait même de la faible longueur résultante de la fibre après transformation (en moyenne 250µm).

Sur le premier volet, un projet est en cours concernant des pièces fonctionnant au voisinage du moteur (circuit d'admission d'air, rails d'injection de carburant, carters d'huiles par exemple), nécessitant de ce fait une bonne résistance mécanique aux températures élevées, fabriquées par injection de PA6-6 chargé de fibres de verres courtes. De tels composants doivent être dimensionnés en fatigue dynamique. Or, la microstructure très hétérogène des pièces rend ce dimensionnement délicat. Améliorer le caractère prédictif des modèles et outils utilisés dans les bureaux d'étude nécessite de prendre en compte les aléas microstructuraux locaux générés par la

géométrie complexe des pièces industrielles (distribution et accumulation des fibres, porosités, lignes de soudure ...). La tomographie à rayon X permet en la matière d'accéder à des informations très précises sur les orientations des fibres qui peuvent être intégrées dans les simulations numériques. Cette démarche permet par exemple de déterminer les propriétés élastiques des différentes zones de remplissage d'une pièce industrielle en incluant des zones complexes comme les lignes de soudures.



Distribution multicouche des orientations de fibres de verre courtes

Sur le second volet, a été finalisé un projet visant à développer des structures hybrides, associant des thermoplastiques renforcés de fibres continues et des thermoplastiques chargés de fibres coupées, pouvant répondre aux nouvelles exigences du marché des pièces techniques automobiles en rivalisant avec les matériaux métalliques. Un démonstrateur d'assise de siège automobile multimatériaux en composite polyamide, acier et aluminium a été développé et validé expérimentalement laissant espérer un gain de poids de 30% par rapport à une structure en acier actuelle. Le surmoulage d'un PA6 renforcé de fibres de verre courtes sur un insert composite structural de type CFRT PA6 (Continuous Fibre Reinforced Thermoplastic, i.e. thermoplastique renforcé de fibres continues) dans un procédé « one shot » (estampage et surmoulage dans la même opération) a été rendu possible grâce à l'étude de la résistance de l'interface entre l'insert composite structural et le polyamide surmoulé, évaluée en termes d'au-

to-diffusion moléculaire. Ainsi, la probabilité de diffusion moléculaire a été calculée dans l'épaisseur de la pièce montrant qu'elle s'annulait en dessous d'une température d'insert composite de 150°C. Cet élargissement de la fenêtre de processabilité en dessous de la température de cristallisation du PA6 (185°C) laisse suffisamment de temps à la mise en forme des flasques de siège et à l'adhésion du polymère surmoulé tout en répondant aux exigences mécaniques des interfaces et de la structure hybride. Les validations en crash du démonstrateur ont montré que l'intégrité du siège était préservée.

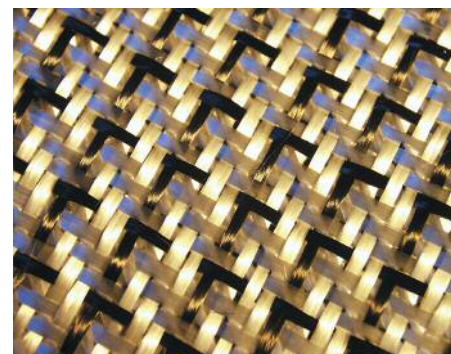
- Fabrication additive (impression 3D) à base de thermoplastiques

La fabrication additive connaît un développement sans précédent pour la réalisation de pièces complexes, souvent des prototypes, mais aussi de plus en plus pour de petites séries, avec deux catégories de matériaux d'intérêt pour les industriels, les alliages métalliques (acier inoxydable, alliages de titane et d'aluminium, Inconel) et les matériaux polymères (ABS, PLA, PA, polymères photosensibles). Dans le cadre du projet de l'Institut Carnot MINES 'ACLAME' (Action Concertée des Laboratoires Matériaux des Ecoles des Mines, sur les procédés de fabrication additive), on s'intéresse plus particulièrement à la fabrication additive à base de thermoplastiques par impression 3D multi-matériaux ('FATIMA'). Deux axes de recherche sont abordés pour optimiser la réalisation de pièces multi-matériaux polymères performantes et éventuellement fonctionnalisées : l'étude des propriétés physiques (cristallisation, énergie de surface, propriétés rhéologiques) de formulations de systèmes polymères développées pour la fabrication additive et la modélisation du procédé de fabrication additive.

- Procédés de mise en œuvre des composites structuraux

Dans la famille des technologies de moulage de composites LCM (Liquid Composite Moulding), consistant à imprégner une préforme fibreuse par une résine fluide, l'infusion sous vide de grandes pièces avec de fortes variations d'épaisseur est de plus en plus utilisée industriellement. La prévision de la déformation du volume fibreux engendrée par l'évolution du champ de pression et la présence de la résine dans la partie imprégnée de la préforme fibreuse est un point clef de la maîtrise. Les recherches engagées ont permis de proposer une nouvelle équation de continuité

pour relier le taux de déformation des renforts au taux de variation de la pression du liquide. L'intérêt de cette approche réside dans la facilité d'identification expérimentale d'un seul paramètre. Une solution analytique a été proposée et permet de prédire le champ de pression du liquide au cours de l'infusion. Cette méthode a été adaptée aux écoulements 2D induits par l'utilisation d'un milieu de distribution. Dans ce cas, un modèle numérique dérivé du modèle analytique a été développé.



Infusion de composites



Un intérêt particulier a en outre été porté au cas des préformes constituées de fibres végétales (lin par exemple). Contrairement aux fibres de verre et de carbone, continues et de diamètres quasi constants, ces fibres naturelles sont constituées par assemblage de filaments de longueur finie, de l'ordre du centimètre, présentent une surface inégale et sont poreuses. Ces spécificités nécessitent de prendre en compte une physique plus complexe à l'échelle microscopique, telles que la capillarité, la rétention de liquide et le gonflement des fibres. Ce comportement modifie en effet la perméabilité macroscopique des renforts (tissus, etc) au cours de l'imprégnation par le polymère fluide. Aussi, les propriétés à l'écoulement spécifiques aux fibres naturelles ont été caractérisées afin de prédire avec plus de précision les profils et temps d'injection lors de la réalisation de pièces. Les méthodes de caractérisation mises en oeuvre ont permis de définir les paramètres intervenant dans chaque physique et leurs importances relatives.

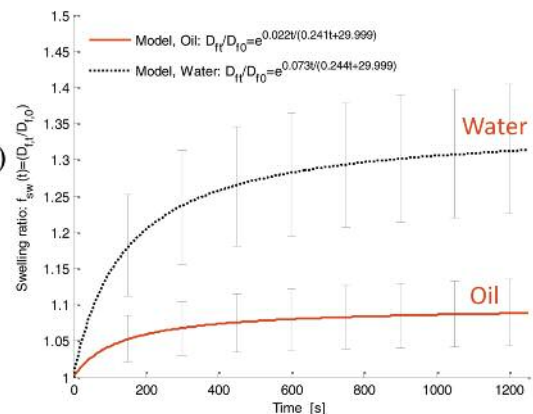
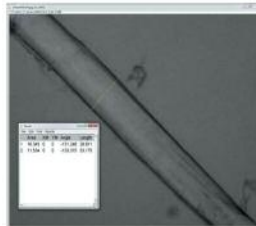
Dry fiber diameter: $D_{f,o}$



Fiber swell ratio

$$f_{sw}(t) = \frac{D_{wet\ fiber}(t)}{D_{dry\ fiber}} = \frac{D_{f,t}(t)}{D_{f,o}}$$

Wet fiber diameter: $D_{f,t}(t)$

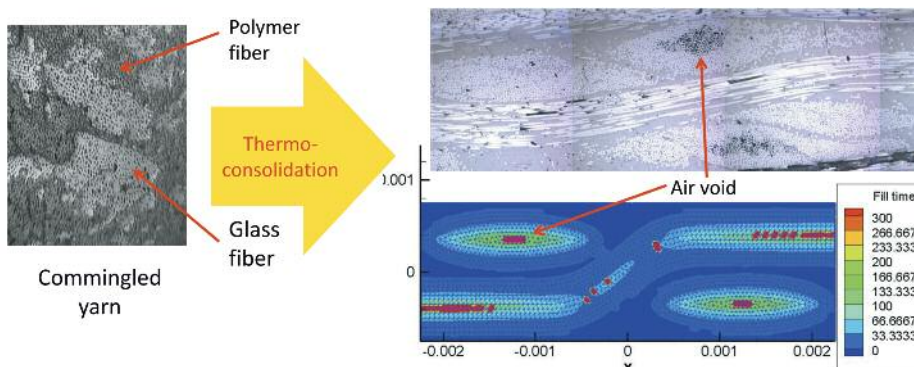


Gonflement de la fibre de lin et changement du diamètre de fibre dans différents liquides

Enfin, l'optimisation des procédés de mise en œuvre des composites structuraux à matrice thermoplastique et fibres continues fait l'objet de plusieurs projets. Cette famille de composites est en fort développement industriel car leurs procédés de mise en œuvre permettent d'envisager des cadences de fabrication élevées et un recyclage plus aisé que leurs homologues thermodurcissables. Néanmoins, la viscosité élevée des polymères thermoplastiques rend difficile l'imprégnation de renforts fibreux fortement compactés. Deux procédés de moulage ont été plus particulièrement étudiés.

Le premier, dit procédé RTM (Resin Transfer Moulding), consiste à injecter le polymère fondu dans un moule fermé contenant la préforme fibreuse sèche. La viscosité du polymère induit des efforts sur la préforme qui se déforme. Un banc expérimental a été développé pour déterminer cette limite de déformabilité en fonction des fractions volumiques de fibres et des viscosités de polymères considérés par injection frontale. Les données expérimentales ainsi obtenues ont été confrontées à d'autres déterminées dans des configurations différentes (injection radiale) et à des résultats numériques modélisant la compétition entre les forces d'écoulement et de frictions. Des corrélations satisfaisantes ont été obtenues quelles que soient les conditions de mise en œuvre (pression exercée et taux volumique de fibre) considérées.

Le second est le procédé de consolidation qui peut être appliqué sur un empilement successif de tissus secs et de films thermoplastiques ou sur une préforme réalisée à partir de fils hybrides (fibres de thermoplastiques et de renforts), placés entre les plateaux chauffés d'une presse. Un protocole expérimental a permis de mettre en évidence l'influence du cycle procédé (temps - température - paliers de pression) sur la qualité de l'imprégnation évaluée par mesure des porosités résiduelles. Une modélisation du procédé sur une cellule représentative des matériaux et générée à partir de micrographies, a permis de définir une fenêtre procédé et de garantir une qualité de pièces acceptables. Le processus de consolidation et plus particulièrement de transfert de



Thermo-consolidation de fils hybrides : micrographie d'une pièce consolidée et résultat de simulation d'imprégnation

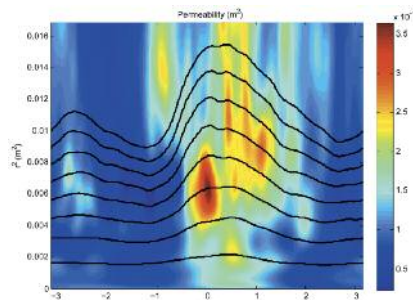
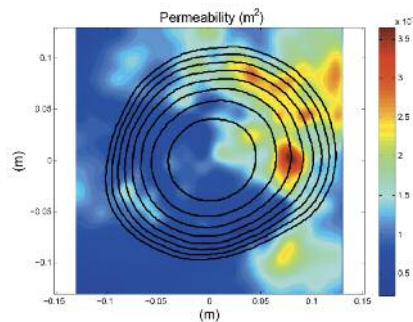
thermoplastique au cours du procédé est alors mieux compris et les porosités résiduelles sont plus précisément localisées.

- Modélisation stochastique appliquée aux composites

Les composites à matrice polymère sont des matériaux hétérogènes dont les performances mécaniques sont fluctuantes. Cette dispersion provient de la microstructure du matériau qui n'est pas parfaitement contrôlée au cours de la fabrication. Ces phénomènes sont étudiés à travers d'une approche visant à modéliser les aléas de microstructure et prévoir les fluctuations des propriétés mécaniques macroscopiques.

Ceci requiert la construction de modèles probabilistes et le développement de méthodes de résolution en contexte aléatoire. Après avoir traité avec succès une première application à l'injection de thermoplastiques renforcés de fibres coupées longues (de type GFL), la démarche a été étendue à la simulation de la fabrication de composites par des technologies LCM (Liquid Composite Moulding). Une méthode expérimentale permettant de mesurer les aléas en termes de fraction volumique de fibres et de perméabilité plane a été mise au point. Elle repose sur des techniques d'analyse d'image et d'indentification inverse avec un modèle numérique. Cette technique est bien adaptée à la modélisation des procédés LCM appliqués aux renforts fibreux agro-sourcés. Une optimisation de la technique a été réalisée afin de traiter des données en grand volume, et ce de façon rapide et répétable. Par ailleurs la méthode des éléments finis spectraux stochastiques (SSFEM) a été développée pour traiter des problèmes linéaires appliqués au cas de l'écoulement de Darcy stationnaire dans un renfort saturé en fluide et au comportement mécanique de tubes composites. La problématique de prévision de l'avancée et de la forme du front a été traitée au

travers du couplage de plusieurs méthodes (collocation probabiliste et méthode level-set) avec pour objectif principal la réduction des coûts de calcul.



Champs de perméabilité obtenus par méthode inverse

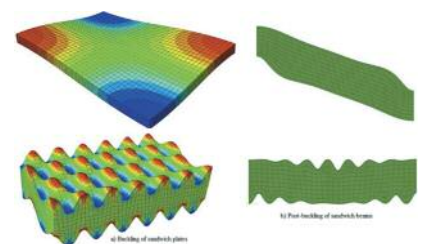
- Soudage des composites thermoplastiques

Les composites structuraux à matrice thermoplastique peuvent être assemblés par un procédé dit de soudage reposant sur le principe d'inter-diffusion de chaînes moléculaires provoqué par une élévation de température du polymère. Ce mécanisme s'établit à très petite échelle au voisinage de l'interface de contact entre les substrats à souder, la résistance mécanique d'un assemblage soudé dépendant de l'homogénéité du champ de température à l'interface, de la rugosité des surfaces en regard, de la pression de maintien

des substrats en contact. Une modélisation numérique des différents phénomènes impliqués dans le soudage des composites thermoplastiques a été entreprise. Dans le cas du soudage laser par transmission, le rayon laser incident a été modélisé en se basant sur la technique des lancés de rayons. Le modèle développé permet de décrire la répartition de l'énergie après passage du rayon dans le substrat composite supérieur. La multiplication des interfaces fibre-matrice fait intervenir le phénomène de réfraction au niveau microscopique. Ceci entraîne une diffusion de la lumière au niveau macroscopique. Il est également possible de prédire l'incidence de la répartition des fibres de verre dans le substrat sur la transmission de l'énergie du faisceau laser. Cette information est une donnée d'entrée, source de chaleur, pour la modélisation thermique du soudage. D'abord développée pour des structures unidirectionnelles ou multiaxiales non tissées (de type NCF, non crimp fabric), la méthode a été étendue aux structures 3D et aux renforts tissés. Par le développement de méthodes permettant de caractériser les propriétés optiques et thermiques de matériaux, une modélisation précise du terme source radiatif nécessaire à la résolution du modèle thermique est obtenue.

- Modélisation du comportement mécanique des matériaux composites

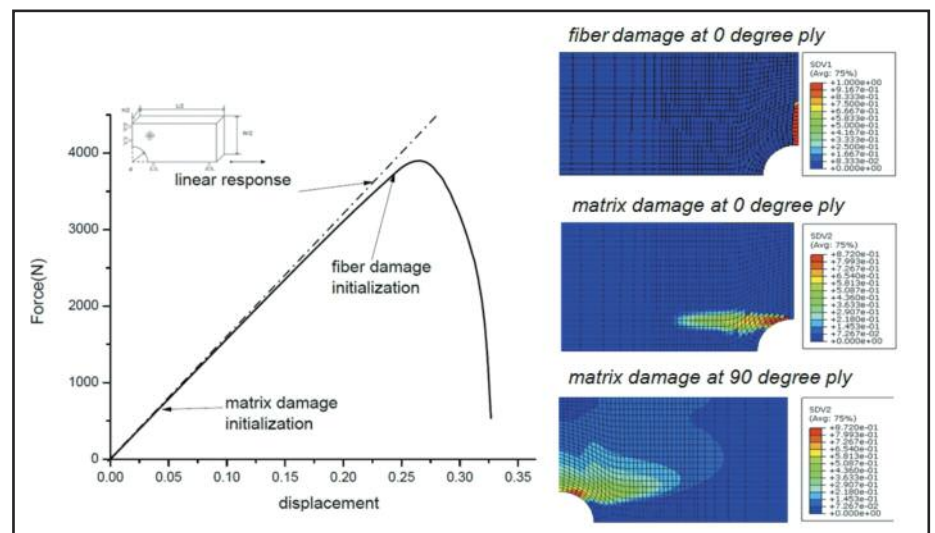
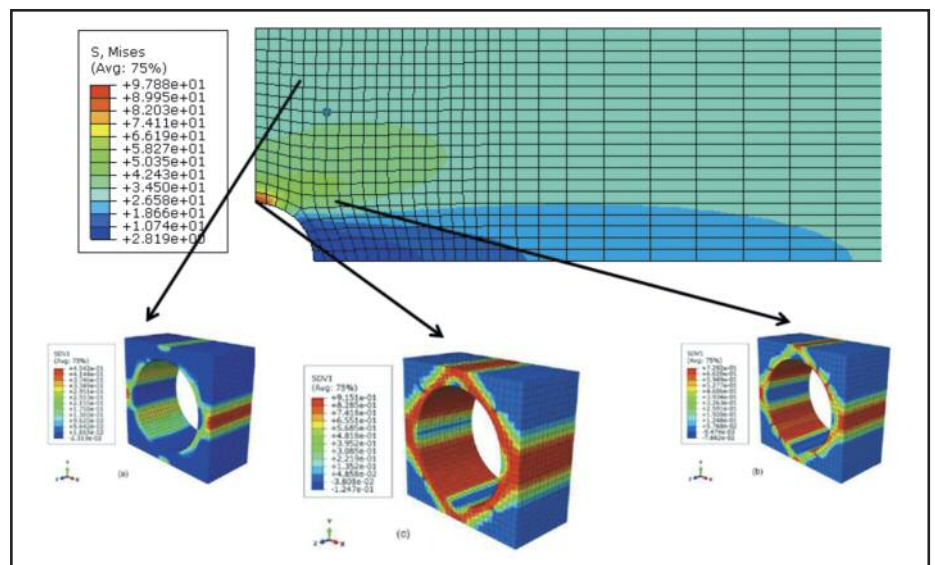
Du fait des différentes échelles en présence, la modélisation de structures composites nécessite un effort préalable d'homogénéisation, qui peut être réalisé par le biais de formulations analytiques originales ou d'outils de calcul numérique spécifiques. Les travaux de recherche engagés dans ce contexte s'intéressent au comportement mécanique de différents matériaux composites (sandwichs, polymères renforcés de particules ou de fibres, aux architectures diverses, le plus souvent périodiques) sous sollicitations statique et cyclique et visent donc à définir des modèles de comportement macroscopiques équivalents.



Flambement et post-flambement de plaques/poutres sandwich



Contrairement au cas des matériaux métalliques, il n'existe pas actuellement de critère permettant d'assurer un dimensionnement fiable d'un matériau composite en fatigue. Une approche originale a été proposée en se basant sur la cinétique d'endommagement des matériaux composites généralement observée lors de sollicitations cycliques. Un modèle mésoscopique d'endommagement a été développé s'appuyant sur l'hypothèse que le matériau atteint un état pseudo stabilisé d'endommagement au cours de sa vie. Cette hypothèse permet d'étendre l'utilisation de l'analyse simplifiée au cas de l'endommagement ce qui évite des calculs incrémentaux coûteux en temps de calcul dans le cas de l'étude de la réponse cyclique des matériaux composites (évolution des propriétés mécaniques au cours de la vie de la structure). L'approche a été validée à partir de résultats expérimentaux et a montré comme principaux avantages : la simplicité de mise en œuvre, les temps de calcul ainsi que le faible nombre (8) de paramètres matériau nécessaires pour couvrir différents empilements et types de chargement.



Endommagement à l'échelle micro et mésoscopique d'un stratifié [0/90]

Parmi les différentes familles de matériaux composites, un intérêt particulier a été porté à l'analyse du comportement mécanique de structures sandwich. Lorsqu'on s'intéresse uniquement à la réponse globale de telles structures, des modèles équivalents de poutre/plaque standard suffisent à rendre compte du comportement en statique (traction/compression, flexion avec prise en compte des effets prédominants du cisaillement transverse). Des phénomènes locaux sont cependant fréquemment observés (lors

de vibrations ou surtout d'instabilités) dont il convient de modéliser les effets. Une analyse du flambement local (peaux)/global (structure) de poutres/plaques sandwich a tout d'abord fourni des solutions analytiques de référence des charges critiques et modes de flambement pour différents comportements (élastique/plastique) et cas de chargement (compression/flexion). Un modèle (élément fini) enrichi de poutre sandwich a ensuite été développé, dont la cinématique s'appuie sur les solutions précédentes. Les simulations numériques associées sont comparées à celles obtenues avec un modèle 2D standard. Les charges critiques et modes de flambement sont obtenus de manière linéarisée puis incrémentale, ainsi que le comportement post-critique moyennant des méthodes de longueur d'arc et de branch-switching. Le principal résultat est l'obtention de modes de bifurcation secondaires, qui traduisent l'interaction modale spécifique des sandwichs et à l'origine de leur ruine par instabilité géométrique. Le cas de sandwichs renforcés, dont l'analyse du comportement global a déjà été effectuée par le passé, est abordé afin d'estimer l'influence des renforts transverses sur le flambement local/global de ces sandwichs.

- Caractérisation thermomécanique et non destructive multi-techniques de l'endommagement des composites structuraux

L'endommagement mécanique des composites est un phénomène complexe (interne, anisotrope, multi-échelles et multi-sources). Face à cette problématique, a été développée une approche innovante de caractérisation basée sur l'utilisation et l'adaptation, in-situ et en temps réel, de plusieurs techniques non destructives (ultrasons, émission acoustique et thermographie infrarouge) pour améliorer le diagnostic de l'état d'endommagement des matériaux et structures composites à l'aide d'une stratégie de fusion des données multi-variables. Elle a permis la prise en compte de l'état initial des matériaux (défauts inhérents à la mise en œuvre des composites : porosité, hétérogénéité de la répartition des renforts dans la matrice...) pour caractériser leur endommagement sous sollicitations mécaniques statiques (détection, localisation, identification des sources et leur quantification). En parallèle, les indications recueillies par les différentes techniques utilisées ont été fusionnées pour mettre en évidence, soit des redondances d'informations servant, dans ce cas et en l'absence d'une technique de référence, à valider le diagnostic de l'état d'endommagement du matériau, soit des complémentarités permettant de l'améliorer. Cette approche innovante de caracté-

risation non destructive multi-techniques est prometteuse pour un suivi industriel plus complet et plus précis de l'état de santé des structures en service (SHM).

Outre les aspects détection et identification, la quantification de l'endommagement par fatigue (cisaillement pur et cisaillement-traction combinés) des composites structuraux a aussi été abordée en utilisant une approche basée sur l'analyse du bilan énergétique du matériau. L'énergie dissipée par endommagement est déterminée à l'aide de mesures de températures par thermographie infrarouge et de déformations par la corrélation d'images numériques. L'identification des sources d'endommagement (sources thermiques) est obtenue par la résolution de l'équation couplée de la chaleur par inversion selon une méthode de lissage basée sur les moindres carrés. La finalité est de déterminer un seuil de dissipation à ne pas dépasser pour assurer l'intégrité de la structure et de définir une approche énergétique facilement exploitable pour les cas industriels sous chargement complexe.

- Fiabilité des structures métalliques sous sollicitations variables et en conditions sévères

L'amélioration de la durée de vie en service des structures métalliques est abordée par la compréhension de l'incidence des opérations de mise en forme sur la microstructure et les propriétés mécaniques, ainsi que par l'optimisation du dimensionnement. Les travaux en cours dans le domaine du transport et de l'énergie s'intéressent aux problématiques d'endommagement de contact et au dimensionnement des équipements sous pression (méthodes de dimensionnement, caractérisation des défauts par des méthodes ultrasonores multiéléments). En particulier, dans le cadre du laboratoire commun avec le CETIM (LATEP), un projet industriel a été finalisé visant à utiliser des méthodes innovantes de dimensionnement par analyse se basant sur l'analyse limite et les théories de l'adaptation et l'accommodation. La problématique des endommagements de contact est poursuivie dans le cadre de l'Institut de Recherche Technologique (IRT) Railenium, en s'intéressant à la détection des fissures dans les roues ou les rails. Enfin, une dernière action est menée dans le cadre de l'Institut Technologique du Froid Innocold, relative au vieillissement et à la fatigue des matériaux métalliques à températures cryogéniques, problématique sensible dans le domaine de l'énergie

Éléments de notoriété

Relations industrielles et internationales

- Sociétés industrielles

Aérazur, AéroliA, Alstom Transport, Allevard Rejna Autosuspensions, Arkema, Bombardier Aerospace, Butagaz, CETIM, Chomarat, Daher, Dedienne Multiplasturgy, Dehondt, EADS, Ecotechnilin, ESI Group, Faurecia, Fibroline, Fleury Michon, FRD, Gosselin, GRT Gaz, Hexcel, Hutchinson, Magna Steyr, Mécaplast, MS Composites, NaturePlast, Piaggio Aerospace, Plastic Omnium, Pronal, PSA, Renault, RFF, Rhodia, Roquette, Saertex, Schappe,

SicomIn, SNCF, Snecma Propulsion Solide (SPS) et Snecma (Safran Group), SPBI (Groupe Beneteau), Stratiforme, Styrolution, Visteon, Union Sangyo, Ulice-Limagrain, Wipak Gryspeert, Fédération de la Plasturgie et des Composites, IFMAS, RAILENIUM ...

- Partenaires académiques nationaux

Arts & Métiers ParisTech (PIMM), ENSTA ParisTech (UME), Mines Albi (ICA-A), Mines ParisTech (CEMEF, CDM), Mines Saint-Etienne (CIS, SMS), INRA Nantes (BIA), Université Lille 1 et ENSCL Lille (UMET), Université de Technologie de Compiègne (Roberval), Université et INSA

de Rouen (PBS), Université de Valenciennes (IEMN-DOAE, LMCPA) ...

- Partenaires académiques internationaux

RWTH Aachen (Allemagne), Université Catholique de Louvain (Belgique), Imperial College London (Grande-Bretagne), Ecole de Technologie Supérieure de Montréal (Canada), Indian Institute of Technology de Delhi (Inde), Kyoto Institute of Technology (Japon), University of Auckland (Nouvelle Zélande), Ecole Supérieure de Communication et de Transport de Hanoi (Vietnam), Universités de Sfax et de Sousse (Tunisie), University of Delaware (USA) ...

- Implication dans les pôles de compétitivité

Le Département est fortement impliqué dans les pôles de compétitivité, dont 4 des 7 pôles de la région Nord - Pas-de-Calais : i-Trans (Ferroviaire au cœur des systèmes innovants, pôle à vocation mondiale), MATIKEM (Chimie/chimie verte, matériaux biosourcés), UP-TEX (Textiles Haute Performance) et TEAM2 (Technologies de l'Environnement Appliquées aux Matières et Matériaux) ainsi que hors région dans le pôle de compétitivité à vocation mondiale IAR (Industrie et Agro-Ressources). Il est membre des comités scientifiques des pôles régionaux MATIKEM et TEAM2.

Outre un ambitieux projet d'extension EXTREMOM, labellisé en tant que projet structurant par le pôle i-Trans, dont les nouveaux locaux ont été inaugurés en octobre 2013, quatorze projets de recherche, labellisés par les pôles i-Trans, UP-TEX, Fibres, Techtera, EMC2, Mov'éo, IAR, MATIKEM, font l'objet de financements nationaux, régionaux ou européens.

Projets financés phares

Sur le plan national :

4 actions structurantes retenues dans le cadre du Programme d'Investissements d'Avenir (PIA), labellisées par les pôles de compétitivité : Institut pour la Transition Énergétique (ITE) IFMAS (Institut Français des Matériaux Agro-Sourcés) ; Institut de Recherche Technologique (IRT) RAILENIUM (Infrastructure ferroviaire) ; deux projets structurants de pôles de compétitivité (PSPC) complémentaires (FIABILIN, SINFONI) ayant vocation à structurer la filière française des fibres végétales techniques.

7 projets de recherche et d'innovation, labellisés par les pôles de compétitivité et financés via le fonds unique interministériel (FUI) : ACCUM sur le développement de pièces d'infrastructure ferroviaire en composites, NWC-X sur de nouvelles structures textiles 3D pour le renforcement de composites organiques, WIBIO sur le développement de matériaux d'origine renouvelable pour l'emballage, DEPOLTEX sur l'éco-conception et le développement de géotextiles dépolluants, MATSIESA sur des matériaux de surface innovants et écologiques pour l'automobile, LYCOS sur le développement de structures hybrides allégées, BALLOO sur la conception d'un réservoir souple pour application aéronautique résistant au crash et auto-obturant suite à un impact balistique.

4 projets de recherche menés dans le cadre de l'Institut Carnot M.I.N.E.S, sur les biomatériaux pour la médecine du futur (Valves), les nanocomposites (NanoStructures), la fabrication additive (ACLAME, FATIMA) ou de l'Institut Mines Télécom, sur la modélisation de la fabrication et du comportement de composites (Maillage).

1 projet de recherche financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR), et labellisé par un pôle de compétitivité : NUMTISS sur la modélisation numérique du tissage des renforts fibreux de composites.

Sur le plan international :

4 projets européens FP7 (MAPICC 3D, MADMAX) sur la simulation de la fabrication et du comportement de pièces composites industrielles de grande dimension, et FP7 ERA-NET CrossTexNet

(HYDRAX, SUFRENNOV), labellisés par un pôle de compétitivité, sur le développement de systèmes polymères multifonctionnels.

Associations, réseaux, partenariats

- Laboratoire commun "sans murs" avec le CETIM, "Laboratoire d'Application des Technologies d'Équipements Pressurisés" (LATEP), mis en place en 2002.

- Membre fondateur du Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) dédié aux Matériaux Textiles Avancés (MTA) en association avec l'ENSAIT, HEI, l'ENSCL et l'Institut Pasteur de Lille, initié en 2009.

- Membre des Groupes de Recherche (GDR) CNRS n°3671 - MIC (Mise en Oeuvre des Composites et Propriétés Induites) depuis 2010, n°3585 - LIPS (Liquides Ioniques et Polymères) depuis 2013, n°3542 - 3MF (Mécanique Multiéchelles des Milieux Fibreux), et n°3661 - Polynano (Polymères nanochargés) depuis 2014.

- Membre fondateur de l'Institut d'Excellence IFMAS (Institut Français des Matériaux Agro-Sourcés), actionnaire d'IFMAS SAS, société par action simplifiée créée en 2013.

- Membre de l'Institut de Recherche Technologique RAILENIUM, membre associé de la Fondation de Coopération Scientifique créée en 2012.

- Membre du réseau européen EPNOE (European Polysaccharide Network Of Excellence) depuis 2013.

- Membre fondateur d'IndustriLAB (Centre de Transfert de Technologie en Robotique et Multimatériaux) de Méaulte sur les composites et l'automatisation de leurs procédés de fabrication, mis en place en 2009.

- Membre fondateur de l'Institut Technologique du froid (INNO-COLD), mis en place en 2011.

- Membre fondateur du Campus International Sécurité et Intermodalité des Transports (CISIT), mis en place en 2007.

- Membre depuis 2010 de la Fédération de recherche régionale FED 4123 sur les Biomatériaux et Dispositifs Médicaux Fonctionnalisés (BDMF) regroupant 12 laboratoires de recherche issus de 4 universités régionales (Lille 2, Lille 1, Artois et Valenciennes), du CNRS, de l'INSERM et d'Écoles d'Ingénieurs (ENSCL, ENSAM, ENSAIT, Mines Douai) ainsi que cinq équipes cliniques du CHRU de Lille.

- Membre de la Structure de Recherche Fédérative (SFR) sur les Technologies de Santé et Médicaments (TSM), évaluée favorablement par l'AERES en 2014 pour mise en place effective au 1er janvier 2015.

- Rattachement aux Ecoles Doctorales régionales "Sciences de la Matière, du Rayonnement, et de l'Environnement" et "Sciences Pour l'Ingénieur" (Mines Douai habilitée à co-délivrer le doctorat dans ce cadre depuis fin 2010).

- Responsabilités scientifiques, associatives, professionnelles assurées par le personnel du Département au sein des instances suivantes :

- Comité Technique et Scientifique du Pôle de Compétitivité MAUD (Matériaux et Applications pour une Utilisation Durable),
- Comité Scientifique du Pôle de Compétitivité TEAM2 (Technologies de l'Environnement Appliquées aux Matières et Matériaux),
- Comité d'Orientation Stratégique de l'Institut d'Excellence IFMAS (Institut Français des Matériaux Agro-Sourcés), Secrétaire Général
- Bureau du Comité Scientifique et Technique de la Fédération de la Plasturgie et des Composites,
- Bureau du Campus International sur la Sécurité et l'Intermodalité des Transports (CISIT)
- Directoire de la Société Française des Ingénieurs des Plastiques (SFIP)
- Bureau de la section Nord du Groupe Français d'Etudes et d'Applications des Polymères (GFP),
- Bureau de la section Nord de la Société Française de Métallurgie et de Matériaux (SF2M)
- Bureau de la CONFédération Française pour les Essais Non Destructifs section Nord (CO-FREND),
- Section France Nord – Belgique de l'Association Traitement Thermique et Traitement de Surface (A3TS), Présidence,
- Association Franco-Maghrébine de Mécanique et de Matériaux (AF3M), Présidence,
- Commission Centrale des Appareils à Pression, Section Permanente Nucléaire et commission de rédaction du CODAP (code français des appareils à pression),
- Groupe thématique transverse "Mécanique Maghreb-France" de l'Association Française de Mécanique,
- Commissions de Normalisation (CN) et Groupes d'Experts (GE) AFNOR-BNPP (Bureau de Normalisation des Plastiques et de la Plasturgie) ou BNF (Bureau de Normalisation Ferroviaire) CN T50A "Plastiques", CN T50R "Recyclage des Matières Plastiques", CN T57A "Composites et Renforts", CN T57L "Fibres de Lin pour Composites Thermoplastiques", GE T50A-BIOSOURCES "Plastiques Biosourcés", GE T51A "Essais Mécaniques", GE T54G-SOUD "Soudage des Thermoplastiques", CN BNF BNPP 01 et 02 "Traverses de chemin de fer en matières plastiques" et "Composites pour matériel roulant ferroviaire",
- Commissions « Formation » et « Scientifique » du Pôle de Compétitivité MATIKEM,
- Groupes de travail « Maillage » et « NanoMines » de l'Institut Carnot Mines, « Agromatériaux » du Pôle de Compétitivité IAR, « Recyclage des plastiques » de l'ADEME, Eco-Team « Organiques, Plastiques, Composites » du pôle de compétitivité TEAM2. Atelier national de travail de l'ADEME sur l'« identification et la valorisation des gisements de matériaux biosourcés en fin de vie en France ».

Contacts

Chef du Département

Prof. Patricia KRAWCZAK

Tél. 03 27 71 23 18 - Fax : 03 27 71 29 81

patricia.krawczak@mines-douai.fr

<http://tpcim.mines-douai.fr/>

Adjoint au Chef du Département

Prof. Marie-France LACRAMPE

Tél. 03 27 71 21 70 Fax. 03 27 71 29 81

marie-france.lacrampe@mines-douai.fr

Responsable groupe Polymères

Prof. Jérémie SOULESTIN

Tél. 03 27 71 21 80 Fax. 03 27 71 29 81

jeremie.soulestin@mines-douai.fr

Responsable groupe Composites et Hybrides

Prof. Chung-Hae PARK

Tél. 03 27 71 21 87 Fax. 03 27 71 29 81

chung.hae.park@mines-douai.fr

Responsable des formations en Technologie des Polymères et Composites

Dr. Mylène LAGARDÈRE

Tél. 03 27 71 21 76 - Fax : 03 27 71 29 81

mylene.lagardere@mines-douai.fr

Responsable des formations en Ingénierie Mécanique

Hervé DEMOUEVEAU

Tél. 03 27 71 23 78 - Fax : 03 27 71 29 81

herve.demouveau@mines-douai.fr

<http://tpcim.mines-douai.fr>

Activités scientifiques

Habilitation à Diriger des Recherches soutenue

- K. PRASHANTHA, Contributions to the development of polymer nanocomposites : Assessment of physical, rheological and mechanical performance, Université Lille 1 Sciences et Technologies - 16 octobre 2014

Responsable : M.-F. LACRAMPE

Thèses soutenues

- P. ROHART, Mise en oeuvre des méthodes de dimensionnement par analyse appliquées aux équipements sous pression, Université Lille 1 Sciences et Technologies et Mines Douai - 21 mars 2014

Directeurs de thèse : S. HARIRI, S. PANIER

- H.-T. NGUYEN, Contribution à la modélisation du procédé de rotomoulage, Université Lille 1 Sciences et Technologies et Mines Douai - 30 juin 2014

Directeur de thèse : M.-F. LACRAMPE

- F. DU, Sur la tenue en service des barres stabilisatrices cambrées : influence de paramètres de mise en forme, Université Lille 1 Sciences et Technologies et Mines Douai - 8 juillet 2014

Directeur de thèse : S. HARIRI

- A.-C. AKUE ASSEKO, Modélisation du procédé de soudage laser des composites thermoplastiques, Université Lille 1 Sciences et Technologies et Mines Douai - 10 septembre 2014

Directeurs de thèse : F. SCHMIDT, E. LAFRANCHE

- V.-H. NGUYEN, Characterization and modeling of flax fiber reinforced composites manufacturing by resin transfer molding process, Université Lille 1 Sciences et Technologies et Mines Douai - 19 septembre 2014

Directeurs de thèse : S. PANIER, C.-H. PARK

- H. AIME, Étude expérimentale et modélisation de la déformation de préformes fibreuses au cours de l'injection RTM haute pression, Ecole Centrale de Nantes - 10 décembre 2014

Directeurs de thèse : M.-F. LACRAMPE, C. BINETRUY

- J. DERHO, Elaboration et caractérisation de systèmes ternaires miscibles PLA/PEO/argile native : analyse des phénomènes de séparation de phases et d'in-

terdiffusion, Université Lille 1 Sciences et Technologies et Mines Douai - 11 décembre 2014

Directeurs de thèse : P. KRAWCZAK, J. SOULESTIN

- M. NOTTEZ, Développement de films d'emballage alimentaire à haute teneur en matières thermoplastiques à base d'amidon, Université Lille 1 Sciences et Technologies et Mines Douai - 17 décembre 2014

Directeurs de thèse : M.-F. LACRAMPE, J. SOULESTIN

- M. LEVEQUE, Evaluation du potentiel d'un polymère bio-sourcé, PA11, pour applications piézoélectriques, Université Lille 1 Sciences et Technologies et Mines Douai - 18 décembre 2014

Directeurs de thèse : M.-F. LACRAMPE, C. COURTOIS

Thèses en préparation

- K. ABDOULI¹, Etude expérimentale et numérique du comportement hygrothermique d'un composite polyamide/fibres végétales, Université de Sfax, Tunisie

Directeurs de thèse : F. HALOUANI, F. ROGER

¹ : Université de Sfax, Tunisie

- S. ABID¹, Endommagement en modes 1, 2 et mixte des matériaux composites Ecole Nationale d'Ingénieurs de Sousse, Tunisie

Directeurs de thèse : M.-F. LACRAMPE, H. BEN DALY

¹ : Ecole Nationale d'Ingénieurs de Sousse, Tunisie

- A. ALIBERT, Optimisation de l'élaboration, de la mise en forme par injection et des propriétés fonctionnelles de mélanges de polymères pour partie bio-sourcés, Université Lille 1 Sciences et Technologies et Mines Douai

Directeurs de thèse : J. SOULESTIN, P. KRAWCZAK

- A. AYADI, Modélisation et analyse expérimentale du comportement en fatigue thermomécanique des composites à matrice thermoplastique renforcée par fibres de verre, Université Lille 1 Sciences et Technologies et Mines Douai

Directeurs de thèse : F. ROGER, H. MAITOURNAN

- R. BOUAZIZ, Mise en oeuvre et modélisation du comportement cyclique de polymères à mémoire de forme, Université Lille 1 Sciences et Technologies et Mines

Douai

Directeurs de thèse : K. PRASHANTHA, F. ROGER

- T. DADOUCHE, Comportement rhéologique en élongation de polymères ou mélanges de polymères biosourcés, Université Lille 1 Sciences et Technologies, Villeneuve d'Ascq

Directeur de thèse : M.-F. LACRAMPE

- F. DU, Elaboration de mélanges de polymères à architectures complexes contrôlées par ajout de nanocharges, Université Lille 1 Sciences et Technologies et Mines Douai

Directeur de thèse : J. SOULESTIN

- C. DUBORPER, Développement de polymères alvéolaires biosourcés, Université Lille 1 Sciences et Technologies, Villeneuve d'Ascq

Directeur de thèse : M.-F. LACRAMPE

- J. GENOYER, Analyse expérimentale et modélisation du comportement rhéologique de mélanges de polymères immiscibles compatibilisés, Université Lille 1 Sciences et Technologies, Villeneuve d'Ascq

Directeurs de thèse : J. SOULESTIN, N. DEMARQUETTE

- A. GUIDEZ, Systèmes polymères thermosensibles bio-sourcés compoundés par extrusion assistée eau : Optimisation du procédé, de la structure induite et des propriétés d'usage résultantes du matériau pour application dans l'emballage, Université Lille 1 Sciences et Technologies et Mines Douai

Directeur de thèse : J. SOULESTIN

- H. KACEM, Fatigue mécanique des assemblages soudés à températures cryogéniques, Université Lille 1 Sciences et Technologies et Mines Douai

Directeurs de thèse : S. HARIRI, J. VOGT

- F. KOUAYDATT, Caractérisation des défauts dans les soudures par des méthodes ultrasonores multiéléments et la mécanique de la rupture, Université Lille 1 Sciences et Technologies et Mines Douai

Directeur de thèse : S. HARIRI

- K.-A. KUMAR¹, Development of adhesives/nano adhesives for high temperature applications, ITT New Delhi (Inde)

Directeurs de thèse : J. BIJWE, S. PANIER

¹ : ITT New Delhi (Inde)

- B. LI, Modélisation du procédé de fabrication de composites thermoplastiques

par consolidation de préformes réalisées à partir de fils comelés, Université Lille 1 Sciences et Technologies et Mines Douai
Directeur de thèse : M.-F. LACRAMPE

- Y. LIU, Multiscale simulation of interlock composite damage, Université Lille 1 Sciences et Technologies et Mines Douai
Directeur de thèse : S. PANIER

- N. LOGIE, Optimisation de l'extrusion de l'amidon plastifié au moyen de techniques de caractérisation on-line, Université Lille 1 Sciences et Technologies et Mines Douai
Directeurs de thèse : J. SOULESTIN, G. DELLA VALLE

- H. LOQMANE, Evaluation de l'endommagement des matériaux composites à fibres continues par thermographie infrarouge et mesure de champ de déplacement, Université Lille 1 Sciences et Technologies et Mines Douai
Directeur de thèse : S. PANIER

- S.-C. MACEDO FERREIRA, Contribution à l'optimisation de pièces injectées à paroi fine complexes PP/PA à performances thermomécaniques et barrières maîtrisées, Université Lille 1 Sciences et Technologies et Mines Douai
Directeurs de thèse : E. LAFRANCHE, C.-I. MARTINS

- R. MESSADI, Comportement en fluage des matériaux composites : de l'expérimentation à la modélisation, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Sousse, Tunisie
Directeurs de thèse : M.-F. LACRAMPE, H. BEN DALY
1 : Ecole Nationale d'Ingénieurs de Sousse, Tunisie

- B. NDAO, Contrôle ultrasonore in situ des rails/roues de matériel ferroviaire. Utilisation de technologies sans contact (EMAT/laser) pour la détection de fissures dans la tête de rail et bandes de roulement des roues, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis
Directeurs de thèse : G. BOURSE, M. DUQUENNOY

- V. REDKO, Development of on-line control methodology for Liquid Composite Moulding processes, Université Lille 1 Sciences et Technologies et Mines Douai
Directeur de thèse : C.-H. PARK

- K. SAD SAOUD, Homogénéisation du comportement mécanique de structures sandwich en présence d'instabilités géométriques locales, Université Lille 1 Sciences et Technologies et Mines Douai
Directeur de thèse : P. LE GROGNEC

- S. SHARMA, Development of composites reinforced by nano-fillers for fatigue and wear resistance, ITT New Delhi (Inde)
Directeurs de thèse : J. BIJWE, S. PANIER
1 : ITT New Delhi (Inde)

- A. WALI, Modélisation du comportement mécanique de mélanges de polymères immiscibles compatibilisés, Université Lille 1 Sciences et Technologies et Mines Douai
Directeurs de thèse : F. ROGER, J. SOULESTIN

- J. WANG, Modélisation du comportement thermomécanique et de la fatigue des matériaux à mémoire de forme en transformations finies, Ecole Polytechnique, Palaiseau
Directeurs de thèse : Z. MOUMNI, F. ROGER
1 : ENSTA ParisTech

Publications dans revues avec comité de lecture

- A.-C. AKUE ASSEKO, B. COSSON, F. SCHMIDT, R. GILBLAS, Y. LE MAOULT, E. LAFRANCHE, Thermal modeling in composite transmission laser welding process : light scattering and absorption phenomena coupling, Key Engineering Materials, Vol 611-612, pp 1560-1567, 2014
1 : Université de Toulouse, Mines Albi

- J. BEAUGRAND, M. NOTTEZ, J. KONNERTH, A. BOURMAUD, Multi-scale analysis of the structure and mechanical performance of woody hemp core and the dependence on the sampling location, Industrial Crops and Product, Vol 60, pp 193-204, 2014
1 : INRA, UMR 614, Reims
2 : University of Natural Resources and Life Sciences, Vienne, Autriche
3 : Université de Bretagne Sud, Lorient

- S. COMAS-CARDONA, B. COSSON, S. BICKERTON, C. BINETRUY, An optically-based inverse method to measure in-plane permeability fields of fibrous reinforcements, Composites Part A-Applied Science and Manufacturing, Vol 57, pp 41-48, 2014
1 : University of Auckland, New Zealand

- R. CRETOIS, N. FOLLAIN, E. DARGENT, J. SOULESTIN, S. BOURBIGOT, S. MARRAIS, L. LEBRUN, Microstructure and barrier properties of PHBV/organoclay bionanocomposites, Journal of Membrane Science, Vol 467, pp 56-66, 2014
1 : Université de Rouen
2 : INSA de Rouen
3 : Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Lille

- J. DERHO, J. SOULESTIN, P. KRAWCZAK, Structural evolution of poly(lactic acid)/poly(ethylene oxide)/unmodified clay upon ambient ageing, Journal of Applied Polymer Science, Vol 131, N°13, 2014

- S. GUEROULT, A. LEBEL-LAVACRY, C.-H. PARK, L. BIZET, A. SAOUAB, J. BREARD, Analytical modeling and in-situ measurement of void formation in liquid composite molding processes, Advanced Composite Materials, Vol 23, N°1, pp 31-42, 2014
1 : Université du Havre

- S. HANY, B. DUPONCHEL, C. POUPIN, A. A. KAIS, D. DEWAELE, J.-B. VOGT, J. BOUQUEREL, H. KACEM, A. MOUFTIEZ, S. HARIRI, M. MILOCHOVA, E. BYCHKOV, E. A. AAD, Microstructural and mechanical properties of 6% Ni steels used for the construction of LNG storage tanks, Advanced Materials Research, Vol 936, pp 1953-1957, 2014
1 : ULCO, Dunkerque
2 : Université Lille 1 Sciences et Technologies

- W. HARIZI, S. CHAKI, G. BOURSE, M. OURAK, Mechanical damage assessment of polymer matrix composites using active infrared thermography, Composites Part B-Engineering, Vol 66, pp 204-209, 2014
1 : Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis

- W. HARIZI, S. CHAKI, G. BOURSE, M. OURAK, Mechanical damage assessment of glass fibre-reinforced polymer composites using passive infrared thermography, Composites Part B-Engineering, Vol 59, pp 74-79, 2014
1 : Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis

- D. JIA, G. BOURSE, S. CHAKI, M.-F. LACRAMPE, C. ROBIN, H. DEMOUVEAU, Investigation of stress and temperature effect on the longitudinal ultrasonic waves in polymers, Research in Nondestructive Evaluation, Vol 25, N°1, pp 20-29, 2014

- E. LAFRANCHE, T. RENAULT, P. KRAWCZAK, Effect of the interdiffusion at the polymer/polymer interface on the flexural properties of over-moulded short glass fibre/glass fabric reinforced PA6 composites, Key Engineering Materials, Vol 611-612, pp 821-828, 2014
1 : Faurecia Automotive Seating R&D center

- C. LAINE, P. LE GROGNEC, S. PANIER, C. BINETRUY, Analytical, numerical and experimental study of the transverse shear behavior of a 3D reinforced sandwich structure, *European Journal of Mechanics A-Solids*, Vol 47, pp 231-245, 2014

- P. LE GROGNEC, Q.-H. NGUYEN¹, M. HJIAJ¹, Plastic bifurcation analysis of a two-layer shear-deformable beam-column with partial interaction, *International Journal of Non-Linear Mechanics*, Vol 67, pp 85-94, 2014
1 : INSA de Rennes

- C. LOUX, G. BOUCHET¹, M. BOUQUEY¹, R. MULLER¹, Sources of irreversibilities in a perfectly axisymmetric geometry at low Reynolds numbers, *Polymer Engineering and Science*, Vol 54, N°9, pp 2046-2056, 2014
1 : Université de Strasbourg

- T. MERZOUKI¹, H. NOURI, F. ROGER, Direct identification of nonlinear damage behavior of composite materials using the constitutive equation gap method, *International Journal of Mechanical Sciences*, Vol 89, pp 487-499, 2014
1 : Université de Versailles

- P.-Y. MIKUS¹, S. ALIX, J. SOULESTIN, M.-F. LACRAMPE, P. KRAWCZAK, X. COQUERET², P. DOLE², Deformation mechanisms of plasticized starch materials, *Carbohydrate Polymers*, Vol 114, pp 450-457, 2014
1 : Université de Reims Champagne Ardenne
2 : Institut de Chimie Moléculaire de Reims, UMR 6229

- Y. NAWAB¹, C.-H. PARK, A. SAOUAB¹, R. AGOGUE², P. BEAUCHENE², B. DESJOYAUX³, Shape distortion of carbon/epoxy composite parts during fabrication, *Macromolecular Symposia*, Vol 340, N°1, pp 59-64, 2014
1 : Université du Havre
2 : ONERA
3 : Aircelle/Safran

- V.-H. NGUYEN, M. LAGARDERE-DELEGLISE, C.-H. PARK, S. PANIER, Permeability of natural fiber reinforcement for liquid composite molding processes, *Journal of Materials Science*, Vol 49, N°18, pp 6449-6458, 2014

- Z. OUESLATI¹, M. RACHIK¹, M.-F. LACRAMPE, Modeling of multilayered sheets for thermoforming applications, *Advanced Materials Research*, Vol 941-944, pp 2378-2382, 2014
1 : Université de Technologie de Compiègne

- K. PRASHANTHA, J. SOULESTIN, M.-F. LACRAMPE, P. KRAWCZAK, Processing and characterization of polypropylene filled multi-walled carbon nanotube and clay hybrid nanocomposites, *International Journal of Polymer Analysis and Characterization*, Vol 19, N°4, pp 363-371, 2014

- K. SAD SAOUD, P. LE GROGNEC, A unified formulation for the biaxial local and global buckling analysis of sandwich panels, *Thin-Walled Structures*, Vol 82, pp 13-23, 2014

- M. YOUSFI, S. ALIX, M. LEBEAU, J. SOULESTIN, M.-F. LACRAMPE, P. KRAWCZAK, Evaluation of rheological properties of non-newtonian fluids in micro-rheology compounder: Experimental procedures for a reliable polymer melt viscosity measurement, *Polymer Testing*, Vol 40, pp 207-217, 2014

- M. YOUSFI, S. LEPRETRE, J. SOULESTIN, B. VERGNES¹, M.-F. LACRAMPE, P. KRAWCZAK, Processing-induced degradation of nanoclay organic modifier in melt-mixed PET/PE blends during twin screw extrusion at industrial scale : Effect on morphology and mechanical behavior, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol 131, N°4, 2014
1 : Mines ParisTech

Participations à des comités scientifiques et d'organisation

- Comité d'organisation et membre du comité scientifique du colloque JET'2014 , Marrakech, Maroc, 28-30 avril 2014

- Comité scientifique de la conférence EuroBrake 2014, Lille, France, 13-15 mai 2014

- Comité scientifique de 2nd International Conference on Advances in Structural Health Management and Composite Structures (ASHMCS 2014), Jeonju, Jeonbuk, South Korea, 27-29 août 2014

Participations à des comités de lecture et conseils d'édition

• Conseils d'édition

- Conseil Editorial du Traité "Plastiques et Composites" de la collection encyclopédique "Techniques de l'Ingénieur"

- Comité de rédaction du CODAP (code de conception, calcul, construction et inspection des appareils à pression)

- Associate Editor de la revue scientifique internationale *Frontiers in Materials : Composite Materials*

- Editorial Board des revues scientifiques internationales *Applied and Computational Mathematics*, *American Journal of Materials Science*, *Advances in Nano Research*, *Advances in Chemistry*, *Express Polymer Letters*, *Journal of Renewable Materials*.

• Comités de lecture

ACS Applied Materials & Interfaces, Advances in Polymer Technology, Advances Materials Research, Applied Clay Sciences, Carbohydrate Polymers, Composites Part A, Composites Science and Technology, European Journal of Mechanics B-Fluids, Express Polymer Letters, High Performance Polymers, International Journal of Material Forming, International Journal of Multiphase Flow, International Journal of Non Linear Mechanics, Journal of Composite Materials, Journal of Engineering Mechanics, Journal of Polymer Engineering , Journal of Reinforced Plastics and Composites, Journal of Structural Engineering, Materials Science & Energy Engineering, Ocean Engineering, Polymer Composites, Polymer Engineering and Science, Science and Engineering of Composite Materials, Thin Walled Structures, Wear, World Journal of Engineering and Technology.



Mines Douai

941, rue Charles Bourseul - CS 10838
59508 DOUAI Cedex
Tél : 03 27 71 22 22 - Fax : 03 27 71 25 25

www.mines-douai.fr

