



agence d'évaluation de la recherche
et de l'enseignement supérieur

Section des Unités de recherche

Évaluation de l'AERES sur l'unité :
Technologie des Polymères et Composites &
Ingénierie Mécanique
TPCIM
sous tutelle des
établissements et organismes :
École Nationale Supérieure des Mines de Douai



Novembre 2013



agence d'évaluation de la recherche
et de l'enseignement supérieur

Section des Unités de recherche

*Pour l'AERES, en vertu du décret du 3
novembre 2006¹,*

- M. Didier HOUSSIN, président
- M. Pierre GLAUDES, directeur de la section
des unités de recherche

Au nom du comité d'experts,

- M. Jean-Luc LATAILLADE, président du
comité

¹ Le président de l'AERES « signe [...], les rapports d'évaluation, [...] contresignés pour chaque section par le directeur concerné » (Article 9, alinéa 3 du décret n°2006-1334 du 3 novembre 2006, modifié).



Rapport d'évaluation

Ce rapport est le résultat de l'évaluation du comité d'experts dont la composition est précisée ci-dessous.
Les appréciations qu'il contient sont l'expression de la délibération indépendante et collégiale de ce comité.

Nom de l'unité :	Technologie des Polymères et Composites & Ingénierie Mécanique
Acronyme de l'unité :	TPCIM
Label demandé :	UR interne Mines de Douai
N° actuel :	
Nom du directeur (2013-2014) :	M ^{ME} PATRICIA KRAWCZAK
Nom du porteur de projet (2015-2019) :	M ^{ME} PATRICIA KRAWCZAK

Membres du comité d'experts

Président :	M. Jean-Luc LATAILLADE, ENSAM - Paristech
Experts :	M. Joseph ABSI, Université de Limoges (représentant du CNU) M. Mounir MAALOU, Institut Charles Sadron, Strasbourg M. Fodil MERAGHNI, ENSAM - Paristech / CER, Metz M. Philippe OLIVIER, Institut Clément Ader, Toulouse
Délégué scientifique représentant de l'AERES :	M. Rachid RAHOUDJ

Représentant(s) des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M. Joël CUGUEN (École Doctorale n°104 SMRE)
M. Mohamed-Najib OUARAZI (École Doctorale n°72 SPI)
M. Vincent THERY (directeur adjoint de l'ENSM Douai)



1 • Introduction

Historique et localisation géographique de l'unité

L'Unité de Recherche TPCIM est adossée au département du même nom de l'École des Mines de Douai. L'UR TPCIM est constituée d'une unique équipe pluridisciplinaire et est structurée en 3 groupes de moyens alimentant des plateaux-projets transversaux. Elle développe des actions de recherche relevant des champs de la science des matériaux, de la science des procédés de mise en forme, de la mécanique des structures et des fluides essentiellement en termes de rhéologie et d'écoulement dans les milieux poreux, de la thermique ainsi que de la physico-chimie.

Les enseignants-chercheurs et les personnels administratifs et techniques permanents dépendent de l'École des Mines de Douai ou d'ARMINES. La recherche y est menée dans le cadre global et spécifique de missions confiées par le Ministère en charge de l'Industrie (Redressement Productif actuellement).

Les orientations stratégiques de l'UR TPCIM l'ont conduite à étudier et à modéliser principalement les procédés de mise en œuvre de matériaux polymères, composites et hybrides. Une attention particulière est portée sur l'analyse des interactions matériau-procédé-produit. Le positionnement scientifique de l'UR TPCIM a été un choix fait dès la création du département TPCIM en 1983. Ce positionnement s'est consolidé au cours des années, notamment au cours du quinquennal précédent (2008-2013), une fois abandonné le projet de rassembler les deux départements TPCIM et GCE (Génie Civil et Environnement). En effet, l'évolution actuelle du département, et par conséquent de l'UR TPCIM, reflète une consolidation des thèmes de prédilection de TPCIM, dans un environnement favorable qui se traduit principalement par le renforcement de ses moyens humains, de son installation (7500 m²) et de ses équipements dédiés aux procédés de transformation et à la caractérisation du comportement mécanique des matériaux polymères et des composites (expérimentation et simulation). Ses équipements lui confèrent une visibilité et une attractivité au plan instrumental au moins jusqu'à l'échelle européenne.

Historiquement, l'UR TPCIM mène des activités de recherche finalisée et fortement liées à la filière industrielle « plasturgie et composites », représentée par les producteurs de matières, les transformateurs, les utilisateurs et donneurs d'ordres, les éditeurs de codes, de même que les centres techniques industriels.

La mission d'assistance à l'industrie comporte, dans le cas de l'UR TPCIM, des difficultés importantes et génériques, dues à la fragmentation du tissu industriel concerné et à la typologie générale des entreprises (segmentation, niveaux et profils de qualification, tailles, capacités d'investissement), alors que la définition des objectifs de R&D ne se conçoit que dans le cadre de programmes soutenus. L'unité de recherche participe à la mise en œuvre de ces programmes. Il en résulte, à différents niveaux, un surcroît de travail pour ses personnels, lié à la nécessité d'une veille technologique et à la mise en cohérence d'objectifs à la fois industriels et scientifiques. A cela s'ajoute une certaine diversité des sujets qui pose objectivement la question d'un ordonnancement d'ordre scientifique.

Équipe de direction

L'équipe de direction est composée de M^{me} Patricia KRAWCZAK, M^{me} Marie-France LACRAMPE, M. Saïd HARIRI.

Nomenclature AERES

ST5 (Sciences pour l'Ingénieur SPI).



Effectifs de l'unité au 30/06/2013

Effectifs de l'unité (personnels permanents)	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	11	12
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés		
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	8	8
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	4	6
N5 : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)		
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	8	8
TOTAL N1 à N6 (personnels permanents)	31	34

N.B. : MINES DOUAI non concernée par rubriques EPST ou EPIC (N2 et N5). Les 3 post-doctorants présents au 30/06/2013 ne sont pas des personnels EPST ou EPIC (ils sont recrutés sur des contrats, en général portés par la structure privée ARMINES). A ce jour, l'UR TPCIM n'a pas encore de visibilité quant au nombre de post-docs de ce type qui seront présents au 01/01/2015 (a priori au moins le même qu'au 30/06/2013).

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	21	
Thèses soutenues	41	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	3	
Nombre d'HDR soutenues	6	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	8	12*

() : 10 HDR actuellement en poste (fin 2013) et toujours présents au 01/01/2015 + 2 nouvelles HDR dont la soutenance est programmée courant 2014.*



2 • Appréciation sur l'unité

Avis global sur l'unité

Les activités de recherche sont soutenues et reconnues. Elles visent deux objectifs principaux :

1. Optimisation de la mise en forme des matériaux et des pièces industrielles en polymères et composites, communément appelée plasturgie, et dont la maîtrise des interactions matériau-procédé-performance de produit constitue une finalité.

Dans cet axe, l'unité peine à acquérir une visibilité internationale au-delà de l'échelle européenne, vraisemblablement à cause de la diversité des secteurs applicatifs qu'elle sert. En effet, le TPCIM est engagé dans des projets qui vont des agro-polymères pour l'emballage alimentaire ou l'automobile, aux structures aéronautiques.

Néanmoins, les résultats en termes de publications montrent que le TPCIM est capable de soutenir de tels écarts dans les problématiques qu'elle traite. En revanche, la lisibilité de ses activités de recherche devrait être améliorée.

2. Analyse du comportement thermomécanique de matériaux et de structures avec en toile de fond la prise en compte de la microstructure de matériaux induite par le procédé de transformation.

Compte tenu de sa genèse, l'unité est encore très marquée par la thématique plasturgie, qui souffre d'une insuffisance d'approches mécaniques (au sens de la 60^{ème} Section du CNU notamment) alors même que :

- les objets fabriqués assurent des fonctions de plus en plus structurantes (polymères techniques, matériaux composites à hautes performances) pour lesquelles les questions d'ordre industriel (sécurité, longévité, tolérance aux dommages, durabilité, ouvrabilité) ont évidemment toute leur place dans un contexte d'École des Mines ;
- les développements de ces vingt dernières années en micro-mécanique (micro-rhéologie comprise), en techniques de changement d'échelle, en mécanique de l'endommagement et de la rupture, pourraient trouver au sein de l'unité un champ d'applications et d'extensions tout à fait utile et remarquable, à condition d'effectuer une sérieuse analyse des problématiques en cours.

Ces deux objectifs sont relativement classiques et communs à plusieurs unités de recherches travaillant sur les matériaux polymères et composites en France, ou dans le monde. Pour atteindre ces deux objectifs, le TPCIM s'appuie sur une approche transversale et équilibrée décrite par le triptyque modélisation-simulation-expérimentation. L'unité tente de mettre en œuvre des disciplines complémentaires allant de la physico-chimie à l'analyse de cycles de vie, en passant par la rhéologie des fluides.

Cependant, il ressort clairement que les activités de recherche du TPCIM sont fortement marquées par les travaux sur les procédés de transformation de polymères-composites et les technologies associées. Dans ce sens, le TPCIM conduit actuellement des projets de recherche sur les procédés suivant deux axes. Le premier axe porte sur les procédés d'injection, d'extrusion ou de co-extrusion de matériaux polymères non-miscibles et de composites fonctionnels à renforts particuliers ou à fibres courtes. Le deuxième porte sur l'analyse et la simulation des procédés de moulage par thermo-compression (basse et haute pression) destinés à la fabrication de composites structuraux. Une approche multi-échelle est établie dans un cadre déterministe, puis étendue à des outils de prédiction et des modèles probabilistes par le biais de l'intégration de la variabilité de la microstructure. L'ensemble de ces travaux s'inscrit dans le cadre de partenariats directs avec le secteur industriel, ou bien dans le cadre d'actions fédératives de grande ampleur : projets européens FP7, programmes FUI et ANR ou dans le cadre de l'Institut Carnot MINES.

Parmi les points forts de l'unité concernant les travaux qu'elle mène sur les procédés de mise en forme, il faut mentionner les résultats obtenus et capitalisés sur :

- l'élaboration de systèmes complexes polymères/nanocharges et la compatibilité des mélanges intimes de polymères immiscibles. Les résultats ont permis notamment à l'UR TPCIM d'intégrer le GDR Polymères et Liquides Ioniques CNRS 3585 et EPNOE (European Polysaccharide Network of Excellence) ;
- la rhéologie et la compréhension des mécanismes physiques mis en jeu dans le procédé d'extrusion assisté par eau et destiné au contrôle de la dispersion de nano-charges. Les résultats de ces travaux ont fait l'objet d'un dépôt de brevet conjointement entre l'Université Catholique de Louvain (UCL), le TPCIM et la société ARKEMA. Actuellement, les travaux se poursuivent en collaboration avec l'UCL ;



- l'élaboration et la transformation de systèmes polymères bio-sourcés, en particulier à base d'amidon plastifié. Ces résultats constituent le fruit de la capitalisation de nombreux travaux menés au sein de TPCIM. Ils ont été financés notamment par des programmes ANR (LignoStrach) ou FUI (MATORIA et WIBIO). A moyen terme, cette thématique consacrée à la plasturgie des matériaux biosourcés constituera un axe de développement fort pour le TPCIM, dans le cadre du programme scientifique de l'Institut d'Excellence IFMAS (Institut Français des Matériaux Agro-Sourcés) et du réseau européen EPNOE.

Par ailleurs, les développements de plateformes et de méthodologies, consacrées à la caractérisation de préformes textiles et d'outils de simulation ainsi qu'à la modélisation et la simulation de procédés de fabrication et d'assemblage de composites structuraux à matrices thermoplastiques, constituent deux thématiques importantes pour l'unité. Cependant il ressort de l'analyse du rapport que ces deux thématiques ont certes été menées avec brio et ont conduit à des résultats intéressants, mais que leur poursuite paraît relativement compromise à court terme, du fait du départ de deux enseignants-chercheurs, dont l'un pouvait se prévaloir d'une stature scientifique de rang international.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le TPCIM dispose de très nombreux atouts liés, en partie, à son rattachement à l'École des Mines de DOUAI : ressources humaines, ressources matérielles, réseaux à différentes échelles.

Les enseignants-chercheurs, dont la moyenne d'âge est jeune, sont compétents, productifs et ambitieux. Le corps des ITA est très responsabilisé dans ses contributions, et les améliorations statutaires ne sont pas négligées au sein du collectif.

La direction de l'unité se montre engagée et déterminée à renforcer les différentes dynamiques aux différentes échelles que représentent les groupements de recherche, les instances professionnelles, les relations internationales, les écoles doctorales et l'unité de recherches communes.

Le projet de recherche pourra continuer à s'appuyer sur des collaborations industrielles fortes et multiformes et sur les financements qui y sont rattachés.

Les perspectives de consolidation des collaborations internationales sont sérieuses et doivent déboucher sur des opportunités d'échanges de compétences et d'ouverture scientifique.

Points faibles et risques liés au contexte

Le prisme scientifique est parfois négligé au bénéfice du prisme industriel. Il conviendrait d'améliorer la définition de sujets traversant plusieurs thèmes et d'encourager des groupes pluridisciplinaires qui soient autre chose que des équipes « projet » constituées au cas par cas. En l'état, les perspectives sont très diversifiées, avec peu de cohésion et de relations entre les membres de l'unité. La lisibilité doit donc être améliorée.

La production scientifique (publications, communications, rapports de fin de contrat, séminaires invités, master classes) reste foisonnante, mais sa diversité reflète une forme de compilation systématique, corollaire de la typologie des actions contractuelles menées dans un champ de forces à caractère industriel, qui pourrait conduire à une certaine originalité. Cependant, un examen attentif révèle des faits saillants qui justifieraient une stratégie plus intégrée et donc plus affirmée. Bien que solide et professionnel, le projet scientifique ne semble ni original ni innovant. Les perspectives semblent être dictées pour l'essentiel par les demandes et le soutien de partenaires industriels, plutôt que par une vision scientifique ou technologique claire.

Le projet scientifique souffre notablement de l'insuffisance d'approches mécaniques (au sens de la 60^{ème} section du CNU). Ceci risque de faire perdre à l'unité son aspect pluridisciplinaire notamment avec la mise en extinction de l'activité résiduelle spécifique aux matériaux métalliques voulue par la direction de l'unité et approuvée par la direction de l'Établissement. Ce dernier point pose clairement un problème à la fois scientifique et humain.

La question d'un ordonnancement de cette diversité se pose donc, non seulement parce qu'elle aiderait les acteurs de l'unité à mieux positionner leurs stratégies individuelles, à certainement installer plus de travaux collaboratifs qui ne peuvent produire que d'heureuses synergies. Cet effort viserait à mieux identifier -et donc à mieux discuter- les verrous scientifiques et technologiques qui s'opposent à une plus grande diffusion des matériaux avancés traités par le TPCIM. On pourrait en escompter alors, in fine, une plus grande force de proposition en direction de l'industrie. Il en va de la responsabilité des acteurs eux-mêmes, mais aussi de la Direction de la Recherche et du Conseil Scientifique de l'unité.



La stratégie de publication doit être approfondie et consolidée en parallèle. Il est indispensable que l'équipe accomplisse un saut de qualité visant les journaux à notoriété internationale, et corollairement le ciblage de nouvelles catégories de communautés scientifiques, grâce à des articles de synthèse privilégiant un point clé de la science des matériaux et des structures.

Pour éviter qu'une formalisation trop poussée du mode de direction de l'unité ne vienne obérer les possibilités de débats plus spontanés et plus riches, il est nécessaire que la direction établisse une gestion managériale plus participative. L'objectif doit être de favoriser l'intelligence collective, de développer en toute transparence des solidarités et des synergies aptes à consolider l'unité et à faire naître des ambitions collégiales.

Par ailleurs, il est étonnant que le contexte industriel de TPCIM/ École des Mines ne suscite pas auprès des jeunes doctorants l'envie de créer des « start-up ».

Recommandations

Au plan scientifique, il est recommandé de :

- infléchir la production vers des considérations plus orientées vers la mécanique ;
- encourager les approches de modélisations multi-échelles et insister dans la voie du numérique ;
- provoquer des synergies entre les différents spécialistes de l'unité.

Au plan de la production, le comité recommande de :

- accroître l'effort de publications dans des revues internationales à fort impact ;
- encourager les articles de synthèse ;
- mieux associer les doctorants à cette stratégie de publication.

Au plan des relations internationales, il est recommandé de :

- privilégier les actions structurantes : sur la durée, sur la réalité des partenariats ;
- poursuivre l'accueil de chercheurs invités de moyenne et longue durées ;
- persister dans une forte implication dans des programmes européens.

Au plan de la direction et de l'animation scientifique, il est recommandé de :

- installer un mode de direction plus collégial et organiser le débat scientifique à l'échelle de l'unité dans sa globalité ;
- conférer au Conseil Scientifique de l'UR un rôle plus stratégique.

Au plan des réseaux :

- mieux tirer parti du réseau Groupe des Écoles des Mines ;
- être vigilant en ce qui concerne l'offre de l'Institut Télécoms-Mines.



3 • Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Au cours de la période 2008-2013, le TPCIM s'est attelé à :

- Améliorer la production scientifique et la diffusion de connaissances scientifiques et techniques. Pour les articles en revue à comité de lecture (représentant environ 70% de l'ensemble des articles), le ratio annuel par enseignant-chercheur s'élève en moyenne à 1,35 sur la période en cours (0,7 sur 2005-08). 85% de publications ont un facteur d'impact supérieur à 1 (<65% sur 2005-08), ce qui reste encore trop faible. En parallèle, plusieurs manifestations scientifiques - extrêmement spécialisées mais aussi à caractère industriel plus large - ont été organisées par l'unité : TEXCOMP10, CFRP10, congrès annuel SFIP/SIA.
- Améliorer la qualité de l'encadrement doctoral (nombre d'HDR). Six mémoires d'HDR ont été soutenues entre 2008 et 2011. Il en découle une dynamique de communication et une production mieux répartie sur l'ensemble des acteurs, même si, comme dans la plupart des unités, les publications ne sont pas réparties de manière uniforme. Le projet consistant à monter en puissance le niveau d'encadrement (3 à 4 nouvelles HdR sont prévues pour le prochain quinquennal) devrait participer à consolider cette progression vertueuse.

Ces améliorations ne sont pas étrangères aux nombreuses structures collaboratives se situant à différentes échelles (internationale, nationale, régionale) et auxquelles participe activement l'unité. Ainsi, peut-on relever 4 co-encadrements de thèses et 7 publications internationales (ACL) dans le cadre du réseau CARNOT Mines et 8 publications cosignées avec l'École nationale supérieure de chimie de Lille (ENSCL) et l'École nationale supérieure des arts et industries textiles (ENSAIT) pour ce qui est du niveau régional.

Globalement, les travaux de recherche de l'UR TPCIM ont conduit à 128 publications de rang A, 29 publications autres (revues scientifiques sans facteur d'impact, revues techniques et professionnelles), 18 conférences invitées, 142 communications internationales, 5 chapitres et 2 directions d'ouvrages. Ils ont également fait l'objet de très nombreux contrats de recherche pour un montant cumulé de 9,42 M€, dans le cadre soit d'opérations de soutien à l'industrie financées par l'Europe, le FUI, l'ANR (4,49 M€, soit 47,6%), soit de financements directs par l'industrie (2,42 M€, soit 25,7%), soit de subventions par les collectivités (2,51 M€, soit 26,7%).

Il convient également de s'interroger sur la place de la mécanique numérique dans cette production scientifique, à plusieurs égards :

- celui des moyens humains associés pour atteindre des objectifs intéressants et ambitieux;
- celui de rendre possible - en tant que spécialité traversant plusieurs thèmes de l'unité - une transversalité de ces activités, même s'il est difficile d'imaginer que tout EC puisse se proclamer numéricien.

Au delà de ces indicateurs, tout à fait satisfaisants et traduisant une production soutenue et foisonnante, il faut souligner que la diversité des travaux contrarie une lisibilité suffisamment nette. Un examen attentif révèle cependant des faits saillants et des avancées pionnières qui pourraient aider à mettre au point une stratégie de mise en perspective et de communication plus intégrée et donc plus affirmée. L'unité possède tous les atouts lui permettant de produire des articles de synthèse (approches multi-échelles, apports de la mécanique stochastique, problématique de l'économie circulaire,...) qui pourraient s'adresser à des revues internationales de premier plan ainsi qu'à des supports français de rang A, tels que les Comptes Rendus de l'Académie des Sciences ou la revue Mécanique et Industrie.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Bien qu'elle soit de taille réduite en effectifs EC, l'unité fait des efforts méritoires pour ce qui est de son attractivité. Elle le prouve par ses recrutements récents d'EC. Toutefois, il convient de souligner que l'un des EC étrangers recrutés était en relation avec l'unité bien avant son recrutement à Douai, notamment par le biais de coopérations de recherches se traduisant par des publications cosignées.



Pour ces personnels, la richesse et la modernité du parc instrumental et le confort des installations du Département TPCIM (dont le périmètre coïncide avec celui de l'unité) ont constitué selon eux le principal facteur d'attractivité.

Le TPCIM a invité un petit nombre d'EC chercheurs : 4 séjours de 1 à 7 mois entre 2008 et 2013. En matière de mobilité vers l'extérieur, on relève que 2 EC (qui ne sont plus à l'UR TPCIM en 2013) ont été invités pour des séjours d'un mois et de 6 mois dans des établissements étrangers.

On peut mesurer l'attractivité de l'unité via les séminaires invités. Sur ce point, on relève 21 invitations visant à présenter les activités de l'unité. Dans le même ordre d'idée, on note que 11 invitations ont été faites aux EC de l'unité pour présenter leurs travaux lors de conférences internationales, et 7 pour des manifestations nationales ou régionales. Précisons enfin que des EC de TPCIM ont reçu une distinction scientifique internationale et 5 distinctions nationales sur la période 2008 - 2013. L'attractivité se mesure également à l'implication des membres dans différentes sociétés savantes du champ de la mécanique, des matériaux et des procédés, avec souvent des positions dans leurs conseils scientifiques ou conseils d'administration.

En dépit d'effectifs d'enseignants-chercheurs relativement réduits (18 au 01/01/2015), et eu égard à l'étendue du spectre de ses thématiques, l'unité TPCIM entretient une activité soutenue à l'échelle internationale, et cette activité ne semble pas toujours soutenue par des accords entre établissements d'enseignement, comme cela peut parfois être le cas.

Il convient cependant d'attirer l'attention du Conseil Scientifique de l'établissement sur le fait que les relations internationales sont multiples et multiformes. Elles se caractérisent par un déficit pour ce qui est de leur hiérarchisation, et par une telle variabilité qu'il est difficile de discerner les stratégies pouvant présider à leur choix, leur élaboration et enfin à leur promotion.

Nonobstant certaines formes d'incitation de l'Institut Mines-Télécom (IMT), l'ensemble des relations du TPCIM mériterait une mise en perspective et une plus grande attention de ses divers potentiels. Cela devrait permettre à l'unité d'assumer clairement des priorités conformes à sa politique de recherche dans le cadre de l'IMT. Par exemple, les relations avec Aix-la-Chapelle (Rheinische -Westfälische Technische Hochschule) ou avec l'IT de Delhi mériteraient approfondissements substantiels et pérennisation.

Ici également, la préoccupation majeure devrait être celle de la concentration des moyens et des forces vives de l'unité. C'est à l'ensemble des acteurs de l'équipe qu'incombe cette ardente obligation de précision et d'ajustement, moyennant l'instauration d'instances de discussion, de concertation et enfin d'arbitrage. Il s'agit bien d'un moyen de consolidation de l'indiscutable excellence de l'unité, avec la participation des acteurs scientifiques pour l'essentiel, complétée par le bénéfice escomptable d'une notoriété de l'Institut « Mines- Télécoms » actuellement en cours de constitution.

Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

Les activités de l'unité sont caractérisées par un très fort ancrage dans le monde économique, associant des relations entre recherche applicative et problèmes fondamentaux. Elle y assure, à sa place, des responsabilités collectives de premier plan.

Les projets de recherches s'inscrivent principalement dans un contexte de groupements collaboratifs avec le tissu industriel régional, national ou international (73%). L'activité purement prestataire reste relativement faible. Elle n'est cependant pas sans intérêt car elle peut souvent conduire à des problématiques scientifiques.

Les partenariats concernent la filière industrielle « plasturgie et composites » : producteurs de matières (Arkema, Roquette, OCV Renforcement, Ecotechnilin ...), transformateurs (Plastic Omnium, Valéo, Visteon, Faurecia, Stratiforme, Wipak ...). Ces partenariats concernent également les utilisateurs et les donneurs d'ordres (PSA, EADS, Airbus, Alstom, Danone, RFF, SNCF, Fleury Michon ...), les éditeurs de codes (ESI Group ...) et enfin les centres techniques industriels (CETIM, PEP, PPE ...).

Certains partenariats avec le monde industriel ont évolué et se sont structurés grâce à la mise en place d'unités de recherches communes, comme cela est le cas avec le CETIM : LATEP et LAMPC. De plus, le positionnement de l'unité et la nature de ses relations industrielles lui ont permis de devenir membre fondateur de l'IFMAS (Institut Français des Matériaux Agro-Sourcés) et membre associé de l'IRT Railenium.



Cependant, bien que l'unité vise à développer, avec ses partenariats industriels, une approche intégrée Matériau-Procédé-Performances de produit, l'examen des projets de recherche en cours montre que la composante principale relève plutôt de la technologie et de la science des procédés de mise en forme et d'élaboration. Peu de projets présentent un aspect transversal, fédérant des compétences complémentaires relevant des procédés, de la mécanique des matériaux et intégrant les aspects micro-structuraux et la mécanique des structures pour aboutir à des modèles prédictifs à fort contenu physique.

Appréciation sur l'organisation et la vie de l'unité

L'UR est dirigée par une EC HDR de rang professoral du département Technologie des Polymères et Composites et Ingénierie de l'École des Mines de Douai. Elle assume à la fois la fonction de directrice de l'unité TPCIM et de chef du département d'enseignement et de recherche, et a été nommée par la direction de l'École des Mines. Ses attributions sont donc très étendues. Elle a l'avantage d'être très proche de cette direction.

La structure de gouvernance de l'unité TPCIM comporte également 1 directeur-adjoint, (dont le poste est vacant à ce jour), 3 responsables de groupes de moyens et 4 animateurs d'actions générales (actions périphériques aux activités de recherche : hygiène, qualité, ...). L'unité TPCIM, qui se confond donc avec le département de formation est, depuis 3 ans uniquement, dotée d'un conseil de 8 membres élus et de 3 membres nommés. Ce conseil, dont la fréquence de réunion est faible, semble jouer un rôle essentiellement consultatif. De ce fait, l'instauration d'une réflexion collégiale réservée aux EC, ne bridant pas la parole, est certainement indispensable. Ce fonctionnement permettrait d'aborder des questions telles que : la mise en extinction du volet « Matériaux Métalliques », l'établissement de plans de collaboration avec le CETIM, ou encore la répartition plus équitable des charges d'enseignement. Le comité d'experts a noté un déficit de dialogue prospectif, ainsi qu'une participation des chercheurs les plus engagés insuffisante dans le processus de prise de décisions. La direction entend y pallier pour le prochain quinquennal.

Peut-être faudrait-il aussi recommander un repérage des EC les plus productifs et les plus talentueux à des fins de dynamisation de l'ensemble. C'est d'un noyau dur, apte à l'orientation stratégique dont il devrait être question en définitive.

La vie de l'unité se déroule au sein d'une école très bien environnée, richement dotée en ressources humaines et matérielles peu communes. La formation d'ingénieurs qui s'y fait contribue à un environnement exceptionnel profitable à tous les membres de l'unité de recherche : moyens de calcul complémentaires, documentation, unité de recherches de langues, moyens expérimentaux complémentaires et connexes et plus simplement logistiques d'hygiène et sécurité, logistiques comptables, etc.

Le département lui-même dispose d'installations remarquables et performantes, de locaux spacieux et bien agencés, et les différents acteurs - tous statuts confondus - travaillent en bonne intelligence. La lecture du rapport fourni par l'unité TPCIM ne met pas en évidence directe de risques de conflits internes au sein de cette unité de recherche.

Lors des entretiens, les différentes catégories de personnel se disent satisfaites des conditions de travail. Une écoute attentive des EC permet toutefois de distinguer une attente pour un modus plus participatif.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'École des Mines de Douai est partenaire de 2 des 6 Écoles Doctorales régionales : Sciences Pour l'Ingénieur (ED 72 SPI) et Sciences de la Matière, du Rayonnement et de l'Environnement (ED 104 SMRE). Les responsables de ces deux ED se disent très satisfaits de la contribution de l'unité TPCIM - bon partenaire de l'animation scientifique dans le PRES - même si de petits efforts restent à accomplir en matière de durée des thèses et de publications. Le comité enregistre les récentes mesures, surtout coercitives, pour inciter les doctorants à publier ; il fait aussi faire remarquer ici à la direction de l'unité que la rédaction de publications est un acte formateur à plusieurs titres : elle clarifie le contexte et la stratégie, elle contribue aux débats indispensables au progrès scientifique et industriel.

Fin 2010, l'école a obtenu la co-habilitation à délivrer le diplôme de docteur, dans le cadre de ces 2 ED. Au 1er janvier 2013, 26 doctorants étaient inscrits en thèse. Ils font pour la plupart l'objet de co-encadrements, ce qui est très positif du point de vue de la formation à la recherche.

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



Plus précisément, sur la période en cours, 41 thèses ont été soutenues, avec une durée moyenne de 3,4 ans et 5 n'ont pas été menées à terme (2 maladies sérieuses, 3 réorientations professionnelles vers l'industrie à l'étranger ou d'autres spécialités de formation). 21 thèses sont en cours au 30/6/2013.

Les 6 soutenances d'HDR totalisées sur la période 2008-2011 ont permis d'atteindre une charge d'encadrement en doctorants/HDR, au 30/06/2013, de $21/8 = 2,62$, sans tenir compte des co-directions externes ; ratio moyen de 2,37 [min 0,5 ; max 4,5] en comptant les co-directions.

Sur la période 2008-mi 2013, pour les 41 diplômés, on constate un taux d'emploi de 88%, dont un certain nombre avant soutenance de thèse et un taux de CDI de 59%, un taux de placement de 56% dans l'industrie, de 10% comme enseignants-chercheurs, de 22% en post-doc, et 12% en recherche d'emploi .

L'unité de recherche est également partie prenante dans la formation de nombreux masters, en faisant valoir ses compétences pour sensibiliser les promotions aux démarches scientifiques caractérisant la recherche.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

La stratégie générale sera reconduite, mais sur la base des résultats obtenus au cours du contrat en cours, un certain nombre d'orientations ont été définies pour le prochain quinquennal :

- Dans le domaine du calcul numérique, on peut relever la volonté de développer des outils numériques pour la construction d'une chaîne intégrée conception / fabrication / contrôle de composites et d'assemblage les intégrant. Ceci apportera des éléments de réponses à la question de savoir comment accroître la productivité, la réactivité et la compétitivité des acteurs de la filière industrielle des plastiques et des composites.
- La démarche notamment s'appuiera sur :
 - le développement d'outils de simulation des procédés de mise en forme et d'assemblage ;
 - le développement de modèles d'endommagement fiables, intégrant l'effet des constituants et leur architecture, mais aussi celui des procédés de fabrication sur la microstructure. La prévision des durées de vie en fatigue reste d'actualité.
- La construction de la chaîne intégrée a aussi requis des investissements en matière de Contrôle Non Destructif (US, E.A. , thermographie I.R., ...), ce qui peut aller jusqu'au diagnostic en continu des pièces en service. La question du suivi pathologique des structures est sous-jacente et l'intérêt d'un rapprochement thématique avec l'EA 814 à l'Institut Clément ADER (site des Mines d'Albi) devrait selon le comité faire l'objet d'un examen attentif.
- Dans le domaine des matériaux bio-sourcés, le challenge est de valider des procédures de substitution, et également de réutiliser des gisements de produits en fin de vie pour élaborer de nouveaux matériaux, la question corollaire étant de savoir fabriquer des produits à hautes performances aptes au recyclage.

Il est vraisemblable qu'au prix de redéploiements et de concentrations de moyens le TPCIM conservera ses potentiels, ses réseaux et ses cibles. S'agissant de la gouvernance, la directrice sortante, dont la reconduction est assurée, entend bien reprendre le même mode de pilotage et d'organisation tout en assurant le recrutement imminent d'un directeur-adjoint et la mise en place d'une instance propre à mieux associer les EC aux choix stratégiques de l'unité.



4 • Déroulement de la visite

Date de la visite

Début : 15 novembre 2013 à 08h30

Fin : 15 novembre 2013 à 17h30

Lieu de la visite : École des Mines de DOUAI

Institution : École des Mines de DOUAI

Adresse : Département "Technologie des Polymères et Composites & Ingénierie Mécanique", 941, Rue Charles Bourseul, 59 508 DOUAI Cedex.

Locaux spécifiques visités : Laboratoires de caractérisations physique et mécanique, plateformes de procédés

Déroulement ou programme de visite

08h30	Accueil du comité d'experts par M ^{me} Patricia KRAWCZAK
08h30-09h00	Réunion à huis clos du comité d'experts
09h00-10h15	Présentation générale de l'UR (bilan et perspectives à 5 ans) + débat M ^{me} Patricia KRAWCZAK
10h15-10h30	Pause
10h30-11h45	Présentation des résultats et perspectives scientifiques des axes de recherche + débat (7 EC) : 1. Mise en œuvre des polymères, polymères multiphasés et composites structuraux. 2. Fiabilité des structures mécaniques.
11h45-12h30	Visite des ateliers et laboratoires de l'UR TPCIM (3 bâtiments)
12h30-13h00	Entretien avec les représentants de la direction de Mines Douai (M. Vincent THERY, directeur-adjoint)
13h00-14h00	Déjeuner comité d'experts, direction de l'école et M ^{me} Patricia KRAWCZAK
14h00-14h45	Entretien avec le personnel ITA Entretien avec les doctorants et post-doctorants Entretien avec les EC
14h45-15h05	Entretien avec les représentants des Écoles Doctorales ED n°104 SMRE et ED n°72 SPI
15h05-15h20	Entretien final avec l'équipe de direction de l'UR TPCIM, M ^{me} Patricia KRAWCZAK, M ^{me} Marie-France LACRAMPE et M. Saïd HARIRI
15h20-16h35	"Débriefing" à huis clos du comité d'experts
16h50	Fin de la visite. Départ du comité d'experts.

Points particuliers à mentionner

Le comité d'experts a pu se retrouver au complet la veille au soir et donc discuter sur les premières analyses. Cela a permis de préparer efficacement, en amont, les débats du lendemain.



5 • Observations générales des tutelles



Douai, le 26 février 2014

Le Directeur

à

M. Pierre GLAUDES
Directeur de la section
des Unités de Recherche
AERES
20 rue Vivienne
75002 PARIS

V/Réf : S2PUR150008159 - Technologie des
Polymères et Composites & Ingénierie Mécanique -
0590342B

N/Réf. : n° 2014/2 - PK/AP

Objet : Rapport d'évaluation de l'Unité de Recherche *Technologie des Polymères et Composites & Ingénierie Mécanique (TPCIM)* de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Douai (Mines Douai).

Monsieur de Directeur,

Nous avons bien pris connaissance du rapport du Comité qui a évalué notre Unité de Recherche *Technologie des Polymères et Composites & Ingénierie Mécanique (TPCIM)*. Nous vous en remercions.

Diverses erreurs factuelles relevées dans ce rapport sont reprises dans un document séparé en pièce jointe.

En particulier, dans son avis global de l'unité, le Comité s'est inquiété de la mise en extinction du volet « matériaux métalliques » car il note que « c'est dans son giron que se situent les véritables compétences de mécanique des solides et des structures ». Il s'agit d'une erreur d'analyse factuelle manifeste, résultant probablement d'une confusion avec l'ancienne équipe MCM (Mécanique et Comportement des Matériaux), absorbée en 2005 au sein de l'UR TPCIM, d'où proviennent effectivement la plupart des compétences en mécanique de l'UR. Mais ces compétences sont affectées aujourd'hui très majoritairement dans les composites structuraux et il n'est bien sûr pas question de les abandonner.

Nous vous remercions de bien vouloir faire corriger ces points dans le rapport final, une nouvelle rédaction étant proposée pour chacun d'eux.

Concernant les appréciations et recommandations formulées par le Comité, nous lui sommes très reconnaissants de ses efforts pour nous aider à progresser encore vers l'excellence à laquelle nous aspirons pour cette Unité de Recherche.

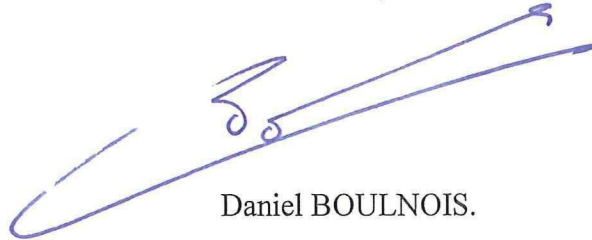
Pour certaines, nous pensons nous être engagés lors de l'audit à leur apporter réponse avec succès. Pour d'autres, elles seront une source de référence essentielle pour nous dans l'évolution et la mise en œuvre de notre stratégie pour cette Unité de Recherche, en cohérence avec la stratégie de l'Ecole approuvée par son conseil d'administration. Ainsi la recommandation de mieux tirer parti du réseau des Ecoles des Mines et de l'Institut Mines-Télécom s'inscrit parfaitement dans ce cadre.

Pour certaines, nous pensons nous être engagés lors de l'audit à leur apporter réponse avec succès. Pour d'autres, elles seront une source de référence essentielle pour nous dans l'évolution et la mise en œuvre de notre stratégie pour cette Unité de Recherche, en cohérence avec la stratégie de l'Ecole approuvée par son conseil d'administration. Ainsi la recommandation de mieux tirer parti du réseau des Ecoles des Mines et de l'Institut Mines-Télécom s'inscrit parfaitement dans ce cadre.

Je vous remercie de bien vouloir trouver en annexe les observations que le Directeur de notre Unité de Recherche *Technologie des Polymères et Composites & Ingénierie Mécanique (TPCIM)* souhaite apporter au rapport d'évaluation. J'apporte un soutien total à ces observations.

Vous en souhaitant bonne réception et restant à votre disposition pour toute information complémentaire, je vous prie de bien vouloir agréer, M. Le Directeur, l'expression de mes sentiments distingués.

Le Directeur,

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, sweeping initial 'D' followed by a series of loops and a long horizontal stroke.

Daniel BOULNOIS.

Annexe

Réponse générale au rapport d'évaluation par l'AERES de l'Unité de Recherche *Technologie des Polymères et Composites & Ingénierie Mécanique (TPCIM)* de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Douai

Tout d'abord, nous tenons à remercier les membres du comité d'évaluation pour le temps consacré à l'audition de notre unité et à la rédaction du rapport d'évaluation.

Nous les remercions en particulier, (i) d'avoir souligné le caractère soutenu et reconnu des activités de recherche menées, la visibilité et l'attractivité de l'équipe jusqu'à l'échelle européenne au moins, sa production scientifique soutenue et foisonnante avec des indicateurs tout à fait satisfaisants, le très fort ancrage dans le monde économique et industriel avec prise en compte de ses attentes dans un projet scientifique associant problèmes fondamentaux et applicatifs, les responsabilités collectives de premier plan assurées, le caractère remarquable et performant des équipements disponibles, la satisfaction unanime des différentes catégories de personnel quant à leurs conditions de travail, en bonne intelligence, et au-delà, (ii) d'avoir formulé des recommandations visant à consolider l'indiscutable excellence de l'unité.

Nous partageons l'analyse sur la nécessité de concentrer les forces vives de l'unité, au prix de redéploiements. C'est de fait la voie qui a été prise, en accord avec la Direction de Mines Douai, en décidant la mise en extinction de l'activité résiduelle spécifique aux matériaux métalliques au profit d'un renforcement de celle dédiée au domaine « plasturgie et composites ». Cette réorientation des activités de recherche d'une partie des enseignants-chercheurs, mécaniciens notamment, amorcée progressivement depuis 2005, permet de finaliser maintenant l'opération en douceur, sans poser de problème humain douloureux, ni de préjudice scientifique à l'avenir du collectif (seuls un enseignant-chercheur métallurgiste et un technicien, dont la retraite est prévue en 2015, sont encore concernés sur 34 permanents au total). Nous ne partageons de ce fait pas du tout l'inquiétude du comité sur le fait que cette opération de redéploiement, actée et soldée, soit problématique.

De même, la mobilité externe de deux enseignants-chercheurs ayant par le passé contribué aux brillants résultats obtenus en matière de développement de plateformes et de méthodologies de caractérisation de préformes textiles et d'outils associés de simulation des procédés LCM (Liquid Composite Moulding) d'une part, et de modélisation/simulation de procédés de fabrication et d'assemblage de composites structuraux thermoplastiques d'autre part, ne compromet en rien à court terme la poursuite de cette thématique dans la mesure (i) où ceux-ci n'étaient pas les seuls contributeurs dans ce domaine, notamment s'agissant des composites thermoplastiques sur lesquels ils étaient peu impliqués, (ii) où leurs collègues tout aussi actifs ont pérennisé les développements en la matière, et (iii) où ils ont été remplacés avec le recrutement de nouveaux talents de stature pour le moins équivalente venant, au contraire, renforcer le potentiel existant.

S'agissant des recommandations plus spécifiques, au plan scientifique, d'infléchir la production vers des considérations plus orientées vers la mécanique, d'encourager des approches de modélisation multi-échelles et d'insister dans la voie du numérique, elles viennent conforter et valider le projet scientifique présenté, jugé par ailleurs solide et professionnel et répondant aux besoins industriels (ce qui constitue une exigence incontournable pour une UR placée sous tutelle du Ministère en charge de l'Industrie), s'appuyant sur les recrutements récents de 4 nouveaux enseignants-chercheurs spécialisés dans ces aspects. On soulignera toutefois que l'activité de recherche de l'UR TPCIM ne saurait être exclusivement jaugée au travers du prisme de la 60^{ème} section du CNU, son positionnement pluridisciplinaire relevant majoritairement d'autres sections (33, 62 et 28

notamment). Des actions communes, propres à accroître la cohésion, entre les spécialistes de l'équipe relevant de différents champs disciplinaires, et des synergies fructueuses entre les deux axes de recherche de l'UR sont d'ailleurs déjà largement établies.

S'agissant de la production scientifique, doublée par rapport au précédent contrat avec un ratio passé à 1,35 publications de rang A/an/enseignant-chercheur i.e. 2,70 publications de rang A/an/ETP équivalent chercheur, la politique engagée visant à améliorer encore l'impact (au sens du facteur d'impact) des publications internationales sera poursuivie, et les mesures incitatives mises en place concernant les doctorants amplifiées. La production recommandée d'articles de synthèse privilégiant certains points clés de la science des matériaux et/ou des structures est d'ores et déjà en cours (par exemple, publication dans *Progress in Polymer Science*, IF=26,4 ; rang 1^{ère}/83 dans son domaine). Nous prenons aussi note de la suggestion paradoxale de publier dans la revue française *Mécanique et Industrie* (IF=0,1 ; rang 135^{ème}/136 dans son domaine).

Sur le plan international, au-delà des succès avérés de l'équipe (axe 1) en matière de programmes européens (intégration d'EPNOE, European Polysaccharide Network of Excellence ; taux de succès au FP7 de 31,3% alors que la moyenne nationale plafonne à 25,2% ; 9 projets européens sur la période 2008-2013, dont 2 coordonnés et 5 FP7), la dynamique enclenchée sera soutenue et encouragée par la direction de l'UR, et pourra s'appuyer sur les récents recrutements de talents internationaux à mêmes d'alimenter également l'axe 2. L'activité, déjà soutenue à l'international, s'attachera en outre à approfondir et pérenniser les relations avec certains partenaires privilégiés, à l'instar de ce qui a été amorcé lors du quinquennal en cours avec l'Université Catholique de Louvain (Belgique), la Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule de Aachen (Allemagne) et l'Indian Institute of Technology de Delhi (Inde) (à chaque fois, plusieurs thèses co-dirigées successives, des publications ou brevet co-signés ; et dans les deux derniers cas, des accords institutionnels signés à l'échelle de l'Institut Mines-Télécom).

S'agissant de la direction et de l'animation scientifique, des séminaires mensuels, lieux de débat scientifique à l'échelle de l'unité entière, sont en place. Les enseignants-chercheurs les plus productifs et les plus talentueux, identifiés de longue date (critères : publications, citations des articles, projets, collaborations, stature internationale), contribuent de fait déjà aux orientations stratégiques de l'UR et sont ardemment invités à s'impliquer plus dans sa gouvernance (renouvellement périodique des mandats de responsables de groupe et d'adjoint prévu en 2014).

Fait à Douai, le 26 Février 2014



Professeur Patricia KRAWCZAK

Directeur de l'UR TPCIM

MINES DOUAI
941 rue Charles Bourseul
CS 10838
59508 DOUAI Cédex
Tél. 03 27 71 22 22 - Fax 03 27 71 25 25