



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

Section des Unités de recherche

## Rapport d'évaluation

Unité de recherche :

Unité Matériaux et Transformations - UMET

(UMR 8008, UMR 8009, UMR 8517, UMR 8024)

de l'Université des Sciences et  
Technologies de Lille 1



janvier 2009



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

Section des Unités de recherche

# Rapport d'évaluation

Unité de recherche

Unité Matériaux et Transformations - UMET

de l'Université des Sciences et  
Technologies de Lille 1



Le Président  
de l'AERES

Jean-François Dhainaut

Section des unités  
de recherche

Le Directeur

Pierre Glorieux

janvier 2009



# Rapport d'évaluation

## L'Unité de recherche :

Nom de l'unité : Unité Matériaux et Transformations (UMET)

Label demandé : UMR

N° si renouvellement :

Nom du directeur : M. Alexandre LEGRIS (Directeur-adjoint : M. Hugues LEROUX)

## Université ou école principale :

Université des Sciences et Technologies de Lille (Lille 1)

## Autres établissements et organismes de rattachement :

Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)

Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Lille (ENSCL)

## Date(s) de la visite :

6 et 7 janvier 2009



# Membres du comité d'évaluation

## Président :

M. Jean-Marie DUBOIS, Institut Jean Lamour, CNRS et Nancy-Université, Nancy

## Experts :

M. Denis ANDRAULT, Université de Clermont-Ferrand

M. Yves BRECHET, INPGrenoble

M. Hervé CAILLEAU, Université de Rennes

M. Giovanni CAMINO, Université de Turin

M. Jean-Yves CAVAILLÉ, INSA de Lyon

M. Jean-Pierre CHEVALIER, CNAM

M. Guillaume FIQUET, Université de Paris 6

M. Jean-François TASSIN, Université du Mans

## Expert(s) représentant des comités d'évaluation des personnels (CNU, CoNRS, CSS INSERM, représentant INRA, INRIA, IRD...) :

CNU : M. Jean-Louis BARRAT, Université de Lyon 1

CNU : M. Philippe CHAUMONT, Université de Lyon 1

CNU : M. Alexis DESCHAMPS, INP-Grenoble

CoNRS : M. Philippe GOUDEAU, CNRS et Université de Poitiers

CoNRS : M. Jean-Jacques ROBIN, Université de Montpellier 2

CoNRS : M. Jean-Marie DUBOIS, CNRS et Nancy-Université



# Observateurs )

Délégué scientifique de l'AERES :

M. Georges HADZIOANNOU

Représentant de l'université ou école, établissement principal :

M. Isam SHARHOUR, Vice-Président du Conseil Scientifique de l'Université Lille 1

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

M. Jean-François BAUMARD, Directeur scientifique adjoint, Département CHIMIE, CNRS



# Rapport d'évaluation

## 1 • Présentation succincte de l'unité

- Effectif : 101 dont 51 EC, 3 PREM, 12 CH, 21 ITA/IATOS (nombre exact en attente de décision d'affectation par les tutelles), 25 doctorants inscrits à la date d'enregistrement du dossier.
- Nombre de HDR : 41 ; nombre de HDR encadrant des thèses : 41
- Thèses : voir bilan détaillé par équipe
- Nombre de membres bénéficiant d'une PEDR : 17
- Nombre de non-publiants : 2

## 2 • Déroulement de l'évaluation

La visite s'est déroulée en deux phases : le mardi 6/01/09 a été consacré à l'audition du directeur pressenti qui a présenté la globalité du projet au Comité, suivi par les responsables des futures équipes. Chacun a disposé d'un temps de parole identique à celui des autres, suivi par un moment de liberté pour animer une présentation de son groupe, ou d'affiches, ou de présentations orales de courte durée sur des sujets particuliers. Si les dossiers écrits étaient en général difficiles à lire, le Comité a pu apprécier l'excellente qualité de certaines présentations orales. D'une manière générale, les intervenants ont centré leur exposé sur le bilan des équipes et les sujets scientifiques qui seront abordés dans UMET. Les aspects touchant à la gouvernance, la politique de recrutement, les choix d'affectation des personnels, et plus encore la gestion financière, ont été très peu traités, voire ignorés. Le mercredi 7/01/09 a permis au Comité d'entendre les personnels, notamment les doctorants, les jeunes enseignants-chercheurs et les personnels techniques et administratifs puis les responsables des établissements de tutelle (VP CS de Lille 1, directeur de l'ENSCL et DSA Chimie du CNRS). La future direction de UMET a été entendue à nouveau pour préciser certains points et développer sa vision de la gouvernance de la future unité. Le Comité s'est réservé des moments de huis-clos après chaque audition d'équipe et en fin de visite pour construire sa réflexion en préparation de ce rapport.

## 3 • Analyse globale de l'unité, de son évolution et de son positionnement local, régional et européen

L'UMET, unité Matériaux et Transformations, sera l'une des trois composantes de la Fédération de Recherche «Chevreul» (FR2638 - Institut des Molécules et de la Matière Condensée de Lille, IMMCL). Elle trouve ses racines dans quatre laboratoires lillois en cours de reconfiguration par éclatement suivi de fusion et sera composée à partir :

- de l'ensemble des équipes de l'UMR 8008, Laboratoire Structure et Propriétés de l'Etat Solide (Université Lille 1 et ENSCL),



- des équipes, sauf une, constituant l'UMR 8517, Laboratoire de Métallurgie Physique et de Génie des Matériaux (Université Lille 1 et ENSCL),
- de l'équipe Matériaux Moléculaires et Thérapeutiques qui fait partie aujourd'hui de l'UMR 8024, Laboratoire de Dynamique et Structures des Matériaux Moléculaires (Université Lille 1 et Université du Littoral),
- de l'équipe Chimie Macromoléculaire qui fait partie aujourd'hui de l'UMR 8009, Laboratoire de Chimie Organique et Macromoléculaire (Université Lille 1 et Université de Lille 2).

Cette origine multiple est favorable à une restructuration scientifique majeure qui devrait voir la nouvelle unité représenter le pôle 'matériaux' au sein de l'université lilloise (au sens large) et lui ajouter une forte valeur grâce à une culture scientifique commune ancrée dans le passé métallurgique des anciennes UMR 8008 et 8517. Cette culture commune place aujourd'hui certaines équipes de la future UMET au meilleur niveau international dans les domaines de la plasticité des matériaux (roches et polymères essentiellement), de leur étude par microscopie électronique et de la simulation numérique en particulier pour les matériaux dans un contexte nucléaire, et des transformations de phase induites par des conditions extrêmes comme le broyage mécanique. Si les matériaux étudiés dans la future unité seront très diversifiés, cette communauté d'approches, de méthodes d'étude, d'outils tant instrumentaux que numériques, justifie la création de UMET. Des fleurons, comme l'astrominéralogie avec des publications dans les journaux du plus haut niveau (Science et Nature) ou l'étude des matériaux moléculaires forcés, contribuent également au renom international de la future UMET.

La nouvelle unité pour autant ne sera pas viable sans un certain nombre d'aménagements ou d'adaptations qui devraient être mis en place de préférence avant son entrée en vigueur : affinement du profil des équipes envisagées, dispositifs dédiés à l'étude de sujets transversaux, rationalisation de l'utilisation de certains moyens techniques, renforcement du système administratif et gestionnaire, politique de recrutement plus volontariste et système de gouvernance mieux explicité. Ces points font l'objet de recommandations en fin de ce rapport.

Il n'en reste pas moins que le Comité considère que la constitution de UMET est une chance pour le site lillois. D'une part, UMET sera l'occasion d'un profond renouveau de la science et de l'ingénierie des matériaux, y compris en matière d'enseignement supérieur en liaison cohérente entre les UFR de Physique et de Chimie de l'université, POLYTECH et l'ENS de Chimie de Lille. D'autre part, le dynamisme sous-jacent à la démarche, qui ne manquera pas d'induire de nouvelles connaissances sur le comportement des matériaux à de multiples échelles, ne tardera pas à associer plus d'entreprises qu'à l'heure actuelle et participera ainsi à une meilleure visibilité socio-économique en Région et au plan national *via* les pôles de compétitivité associés.

Le Comité ne doute pas que UMET saura trouver toute sa place dans le renouveau en cours des secteurs CHIMIE et PHYSIQUE de l'université lilloise en concrétisant l'émergence d'un pôle MATÉRIAUX. Il a pu mesurer que les deux personnes pressenties pour en prendre la tête possèdent les qualifications et la dimension requises. Il a reçu des représentants des tutelles de la future UMET des assurances fortes que cette unité aura un rôle à jouer non seulement en recherche, mais aussi en formation, comme c'est en effet sa vocation. Il a pu constater que la plupart des personnels seront effectivement associés à la mutation en cours, et, pour certaines catégories de personnels (ITA, ITARF), faire lors de la visite les recommandations qui s'imposent pour qu'il en soit ainsi.

Le Comité s'est donc prononcé à l'unanimité en faveur de la reconnaissance du projet UMET sous la forme demandée (UMR), sous la condition que ses recommandations soient suivies d'effets, et cela dans des délais aussi courts que possible.



## 4 • Analyse équipe par équipe et par projet

L'UMET sera constituée par 4 équipes : 1) Matériaux Moléculaires et Thérapeutiques, 2) Métallurgie Physique et Génie des Matériaux, 3) Physique des Minéraux et 4) Ingénierie des Systèmes Polymères.

### 4.1 EQUIPE 1 : Matériaux Moléculaires et Thérapeutiques

#### *Bilan Quantitatif*

Personnels permanents chercheurs : 11, (9 Université, 2 CNRS. 3 Prof ou DR, 8 MCF ou CR, 7 HDR, 2 PEDR).

Personnels non permanents chercheurs : 2 PostDoc, 3 doctorants.

Production scientifique du 15/10/2004 au 15/10/2008 :

- Publications référencées par l'AERES : 70 articles, 8 conférences, 1 chapitre de livres
- Productions / Réalisations : 4 Contrats industriels

Descripteurs : 11 publiants ; 1 Thèse soutenue par an, 0,5 HdR soutenue par an.

#### *Bilan Qualitatif*

L'activité de cette équipe est cohérente, originale et scientifiquement pertinente. Le domaine de recherche est centré sur l'analyse de l'organisation et de la dynamique des différents états physiques de composés moléculaires organiques soumis à des perturbations de nature diverse : variation de température, de pression, mais aussi broyage ou déshydratation. L'expertise de l'équipe concerne avant tout les situations de métastabilité, l'état vitreux et les transformations de phases et évolutions hors équilibre induites par ces perturbations. Depuis quelques années, elle a fait la démarche originale de s'orienter plus particulièrement vers les matériaux pharmaceutiques et de l'agroalimentaire, ce qui lui a permis de développer un réseau de collaborations industrielles et interdisciplinaires, tout en continuant des études fondamentales.

L'équipe s'appuie sur un ensemble de techniques complémentaires bien choisies fournissant des informations structurales, thermiques et vibrationnelles, complétées par une excellente activité de modélisation moléculaire. Elle utilise fréquemment les grands instruments (LLB, ILL, ESRF, HASYLAB, centre de calculs GENCI).

Cette équipe a su profiter de sa longue expertise dans le domaine des solides moléculaires hors équilibre pour assurer son évolution de façon très positive. Deux points principaux permettent de bien situer la place de cette équipe. D'une part, elle aborde des problèmes de physique des transformations hors équilibre tout à fait actuels et ceci en apportant une contribution originale assez unique. En effet, dans ce domaine des évolutions hors équilibre, les systèmes moléculaires à l'état solide ont été peu explorés si l'on compare à d'autres systèmes plus conventionnels, comme en métallurgie, dans les verres ou en matière molle. Par exemple, leurs études de transformations induites par broyage en liaison avec des processus d'amorphisation sont des travaux particulièrement novateurs dans le domaine encore en émergence sur le plan fondamental des matériaux forcés. D'autre part, elle a réussi à utiliser son savoir faire dans des domaines plus appliqués pour la formulation et la fabrication de produits industriels en pharmacie et dans l'agroalimentaire. Un exemple remarquable est celui de l'amorphisation de composés pharmaceutiques pour augmenter leur vitesse de dissolution et donc optimiser leur efficacité en jouant sur la biodisponibilité. Cette équipe se trouve ainsi à conduire actuellement une ERT interne avec des partenaires industriels (Sanofi-Adventis, Roquette Frères, etc.). Elle coordonne aussi une ANR Physique Chimie du Vivant et un projet INTERREG, alors qu'un autre est en préparation. Les publications et les conférences invitées attestent de la qualité scientifique et de la reconnaissance internationale de ces recherches.





### *Prospective*

Le bilan scientifique de l'équipe au cours des quatre dernières années est donc très satisfaisant. Son projet, dans la continuité de cette activité originale, contient de fortes potentialités. Elle a certainement vocation à interagir fortement avec les trois autres équipes de l'UMET dans le cadre d'activités transverses : modélisation, matériaux forcés, thermodynamique hors d'équilibre, etc. Pour renforcer encore plus sa place au niveau national et international en physique des matériaux hors équilibre, elle doit être attentive à élargir les conclusions obtenues à partir d'exemples et de méthodes spécifiques, et ainsi s'efforcer de développer des concepts et des modèles phénoménologiques généraux de façon plus affirmée. Un renforcement dans cette direction serait un bon investissement. Par ailleurs, elle ne doit pas hésiter pour l'avenir des jeunes de l'équipe, en particulier les étudiants en thèse, à affirmer ses ambitions en termes de relations industrielles comme de publications scientifiques, la qualité des résultats le permettant. Enfin, cette activité est orchestrée par une forte personnalité à côté de plusieurs chercheurs ayant un excellent niveau scientifique. L'affirmation plus nette de ces chercheurs plus jeunes dans la conduite de l'équipe et de son rayonnement extérieur doit être une priorité du proche avenir pour assurer le relais.

Nom de l'équipe : Matériaux Moléculaires et Thérapeutiques

Note de l'équipe	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire	Appréciation du projet
A	A	A	A+	A

## 4.2 EQUIPE 2 : Métallurgie Physique et Génie des Matériaux

### *Bilan Quantitatif*

Personnels permanents chercheurs : 20 (11 Université, 3 CNRS, 3 Ecoles, 3 Prof Emérites, 8 Prof ou DR (3 PR émérites), 9/3 MCF/ CR, 10 HDR, 5PEDR).

Personnels non permanents chercheurs : 3 PostDoc, 6 doctorants.

Production Scientifique du 15/10/2004 au 15/10/2008:

- Publications référencées par l'AERES : 91 articles, 57 conférences, 0 chapitres de livres
- Productions / Réalisations : 17 Contrats industriels

Descripteurs : 20,5 publiants ; 3,25 Thèses soutenues par an, 0,75 HdR soutenues

### *Bilan Qualitatif*

L'Equipe 2 «Métallurgie Physique et Génie des Matériaux» est pour une large part à l'origine de la culture métallurgique partagée par les composantes de l'UMET. Elle a en particulier atteint un niveau de reconnaissance internationale en microscopie électronique qui doit énormément à l'investissement personnel d'un de ses membres, bientôt à la retraite. De jeunes chercheurs, plus portés vers l'expérimentation numérique, sont venus la renforcer dans la décennie passée, avec des résultats d'excellent niveau. Globalement, les composantes de l'équipe 2 ont effectué des recherches de qualité, avec un nombre de publications convenable dans de bonnes revues. Les travaux sur la fragilisation par les métaux liquides sont particulièrement notables.



Les activités de modélisation numérique, menées en relation étroite avec EDF, sont de grande qualité et conduisent à une forte activité de publication. Il faut aussi souligner les compétences expérimentales des autres sous-équipes conduisant à des montages intéressants. La sous-équipe dédiée aux périsurfaces, malgré un important nombre de publications, semble nettement moins bonne mais elle ne figurera pas dans le nouvel ensemble UMET. Le nombre de doctorants est un peu faible (13 thèses soutenues en 4 ans pour une vingtaine de chercheurs). Compte tenu du nombre de permanents disponibles (environ 18), un effort d'encadrement est nécessaire. Les sous-équipes 1 et 2 abordent la métallurgie physique, la sous-équipe 1 plutôt du versant propriétés mécaniques, et l'équipe 2 plutôt côté microstructures. Un rapprochement entre ces deux équipes est sans doute souhaitable, de même qu'un rapprochement avec les activités de simulation numérique de l'équipe 3. Les activités en thermodynamique de ce groupe, depuis le départ de ses membres fondateurs, sont en péril si elle ne s'inscrivent pas plus résolument dans l'étude des microstructures (en liaison avec la sous équipe 2, ou avec d'autres acteurs nationaux comme l'Ecole des Mines de Nancy), et/ou dans les calculs atomistiques (en interne avec la sous-équipe 3). Ces différentes interactions souhaitables trouveraient une place toute naturelle dans le cadre de l'équipe 2 de la nouvelle unité.

Enfin, pour ce qui est de l'équipe 2 et dans l'optique de la sectorisation thématique en sous-équipes proposée dans le dossier, et sous les réserves faites plus loin à ce sujet, la place des recherches en métallurgie (thématiques 1 et 2) ainsi qu'en modélisation (thématique 3) est claire, bien que les thèmes 1 et 2 gagneraient à se rapprocher. Par contre, la thématique 4 (céramique) avec 4 MCF seulement doit préciser sa spécificité et son devenir. Les contours et l'imbrication de l'équipe mixte avec EDF demeurent particulièrement peu clairs.

#### *Prospective*

Le potentiel de l'équipe « métallurgie physique » est riche d'avenir, en particulier dans une période qui voit reparaître de façon cruciale la nécessité de former de telles compétences pour différents secteurs industriels. Mais ce potentiel ne se réalisera que si des décisions courageuses sont prises :

- Savoir identifier les domaines d'excellence, en s'appuyant sur des critères objectifs de reconnaissance nationale et/ou internationale, et en tirer les conséquences sur les choix à faire en ce qui concerne la stratégie scientifique de l'équipe au sein du laboratoire,
- Se mettre en état, par ce choix courageux, de discuter sur un pied d'égalité avec les autres équipes du laboratoire UMET qui ont une dynamique et une reconnaissance aujourd'hui mieux affirmée, et dans cette discussion, dégager des thèmes de collaborations possibles dans lesquels l'UMET pourrait affirmer son originalité scientifique,
- Confier aux jeunes de cette équipe des responsabilités qui leur permettront rapidement d'acquérir une autonomie scientifique et une productivité dont ils ne semblent pas tous bénéficier dans la gouvernance actuelle. Il est nécessaire de faire un symbole fort de cette volonté en confiant à la génération montante des responsabilités importantes dans le pilotage de l'équipe 2 de l'UMET,
- Développer les collaborations industrielles, consolider l'excellente collaboration avec EDF, mais aussi diversifier les domaines de collaboration,
- Développer chez les jeunes une culture de la publication dans des revues du meilleur niveau scientifique, en prenant exemple sur les meilleurs groupes constituant la future UMET,
- Revendiquer sur le site Lillois un rôle de pilote pour développer un nouvel enseignement de la métallurgie, moderne, dynamique, et bien adapté aux besoins contemporains, qui permette aussi de recréer un vivier d'excellents étudiants et de donner à l'équipe de métallurgie physique du laboratoire l'attractivité qu'elle peut retrouver.

Si ces décisions cruciales sont prises, l'équipe de métallurgie physique pourra légitimement d'ici quelques années se situer au même niveau que les autres équipes constitutives de UMET, et alors le regroupement des 4 équipes fera de cette nouvelle unité un ensemble particulièrement original, dynamique, susceptible de porter des projets innovants, aussi bien du point de vue fondamental que du point de vue des applications. Mais il est important de prendre dès maintenant ces décisions courageuses et que le futur directeur de l'UMET ait le soutien de ses tutelles pour le faire. Repousser à plus tard les choix nécessaires tout de suite serait la plus sûre recette pour un déclin inéluctable.



Nom de l'équipe : Métallurgie Physique et Génie des Matériaux

Note de l'équipe	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire	Appréciation du projet
B	B	A	B	B

#### 4.3 EQUIPE 3 : Physique des Minéraux

##### *Bilan Quantitatif*

Personnels permanents chercheurs : 9, (6 Université, 3 CNRS, 3 Prof ou DR, 6 MCF ou CR, 4 HDR, 1 PEDR).

Personnels non permanents chercheurs : 6 doctorants.

Production scientifique du 15/10/2004 au 15/10/2008 :

- Publications référencées par l'AERES : 74 articles, 1 livre

Descripteurs : 9 publiants ; 1 Thèse soutenue par an ; 0,25 HdR soutenue/an.

##### *Bilan Qualitatif*

Cette équipe est composée de 9 permanents, dont 6 enseignant-chercheurs et 3 chercheurs CNRS. Ils sont tous publiants. L'équipe contient 3 rang-A et 4 titulaires de l'habilitation à diriger des recherches (HDR). Sur la période de Nov-04 à Nov-08, l'équipe a produit 74 publications dans des revues avec comité de lecture, dont 21 dans des revues dont le facteur d'impact est supérieur à 3. Sur cette même période, 4 thèses de doctorat et 1 HDR ont été soutenues. Cette équipe n'a pas d'ingénieur directement associé à ses activités de recherche, excepté pour ce qui est des plates-formes mutualisées comme la microscopie électronique.

L'équipe de "Physique des minéraux" est une excellente jeune équipe faisant preuve d'un dynamisme exemplaire, comme l'atteste l'ampleur de sa production scientifique. L'équipe est reconnue au niveau national et international dans plusieurs communautés scientifiques distinctes : Terre Interne, Sciences de l'Univers, et Plasticité. Elle représente une composante importante pour le CNRS et l'INSU dans le domaine de la "Mineral Physics".

Les membres de cette équipe participent à la vie de nombreuses instances nationales et "Sociétés Savantes", comme la "Société Française de Minéralogie et de Cristallographie", le "Réseau technologique CNRS des Hautes Pressions", etc.

Les collaborations avec des laboratoires étrangers, en particulier aux USA, en Allemagne et au Japon, sont suivies et très constructives.

L'équipe est clairement positionnée sur 2 thématiques principales : d'une part, elle rencontre un succès indéniable dans l'étude des matériaux interstellaires, notamment au travers de l'implication récente dans l'examen des échantillons de la mission "Stardust", en mettant à profit ses compétences en matière d'étude à l'échelle nanométrique de matériaux hétérogènes. D'autre part, l'équipe produit des analyses très pertinentes et à des échelles multiples des mécanismes de déformation des minéraux de la Terre interne, ce qui apporte des informations précieuses sur les propriétés rhéologiques de ces matériaux en conditions extrêmes de pression et de température. Ces informations sont d'une portée fondamentale pour la dynamique de l'intérieur de la Terre et des planètes telluriques.



D'un point de vue méthodologique, l'équipe "Physique des Minéraux" développe des approches exemplaires basées sur la physique des matériaux qui combinent a) l'expérimentation à très haute pression et/ou haute température, b) les synthèses de matériaux représentatifs des conditions naturelles, c) la caractérisation du comportement physico-chimique et plastique (soit par des méthodes *in situ* utilisant le rayonnement synchrotron, soit par une analyse structurale au niveau nanométrique) et la modélisation numérique. Une telle diversité d'approches et la pertinence de leur association sont remarquables.

Sur la base des expertises antérieures en physique du solide et dans le domaine de l'analyse à l'échelle nanométrique, nous remarquons l'émergence de la modélisation numérique, ainsi que le développement d'un socle d'expérimentations. L'acquisition récente de nouveaux appareils de hautes pressions et/ou hautes températures ont, et vont encore, nécessiter des investissements en temps, moyens financiers et personnels qu'il est important de soutenir.

Concernant l'enseignement et la formation par la recherche, il faut noter l'implication majeure dans la gestion du Master Matériaux de l'UFR-Physique. Par contre, les enseignants chercheurs semblent avoir des difficultés à faire entendre leurs suggestions au niveau de l'UFR en ce qui concerne l'enseignement en premier cycle.

La politique de l'équipe est particulièrement bien orchestrée. Les sujets d'études sont bien ciblés et les collaborations dans le groupe sont habilement articulées pour répondre aux problématiques que ces sujets soulèvent.

Les deux thématiques sont menées de concert en parfaite intelligence.

Nous remarquons une très bonne politique de recrutement avec l'intégration récente de 2 jeunes chercheurs très prometteurs. Ces jeunes entrants ont bénéficié de moyens tout à fait respectables (ANR et BQR) pour leur installation.

Cette équipe a également su attirer sur ses thématiques de recherche des membres d'autres laboratoires aujourd'hui impliqués dans la formation d'UMET, attestant déjà d'un transfert de compétences et d'une transversalité qu'il sera bon de développer à l'avenir au sein de l'UMET.

### *Prospective*

L'équipe propose une évolution en étroite continuité avec les activités antérieures. Ceci est légitime dans la mesure où cette jeune équipe doit poursuivre la valorisation de ses efforts antérieurs, et les champs d'investigation dans les 2 thématiques majeures restent largement ouverts.

L'équipe a bien démontré par le passé sa force et sa réactivité pour se positionner rapidement sur de nouveaux projets émergents (Stardust et la modélisation numérique par exemple). Nous remarquons néanmoins une certaine retenue à se projeter vers le futur. Cette prudence semble injustifiée au regard de la solidité démontrée par cette équipe. Cette équipe pourra affiner ses approches en déterminant les effets de la température, de l'eau, du fer et/ou de l'aluminium sur la plasticité des minéraux dans le manteau profond. Des développements pourraient également être envisagés concernant des modèles d'accrétion d'agglomérats et de poussières entre elles.

L'équipe peut largement bénéficier d'une redéfinition du rôle des ITA au sein de l'UMET. Pour cela, elle doit au préalable prendre soin d'identifier ses besoins spécifiques en termes d'aide technique. Le développement de l'expérimentation et le recours grandissant aux grands instruments suggèrent fortement le besoin de rapidement intégrer au sein de cette équipe un ingénieur spécifiquement dédié à l'expérimentation.



Nom de l'équipe : Physique des Minéraux

Note de l'équipe	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire	Appréciation du projet
A+	A+	A+	A+	A

#### 4.4 EQUIPE 4 : Ingénierie des Systèmes Polymères

##### *Bilan Quantitatif*

Personnels permanents chercheurs : 25, (14 Université, 3 CNRS, 7 Ecoles, 1 Prof Emérite. 11 Prof ou DR, 14 MCF ou CR, 15 HDR, 7 PEDR).

Personnels non permanents chercheurs : 4 Post Doc, 25 doctorants.

Production scientifique du 15/10/2004 au 15/10/2008 :

- Publications référencées par l'AERES : 168 articles, 51 conférences, 25 chapitres de livres
- Productions / Réalisations : 8 Brevets et licences, 1 Instrument, 28 Contrats industriels

Descripteurs : 25 publiants ; 5,75 Thèses soutenues par an, 1.25 HdR soutenues par an.

##### *Bilan Qualitatif*

La restructuration (regroupement avec le LCOM) est particulièrement importante pour cette équipe, puisqu'elle lui permet de maîtriser l'étude des matériaux macromoléculaires depuis leur synthèse jusqu'à leurs comportements physique et mécanique. L'originalité des thématiques abordées par l'équipe « Ingénierie des Systèmes Polymères », apparaît clairement dans le cas de trois d'entre elles, particulièrement originales et de bon, voire de très bon niveau.

Ainsi, les travaux inscrits dans la thématique "Réaction et Résistance au Feu des Matériaux" se caractérisent par une excellente visibilité internationale, et sont marqués par de nombreuses publications et brevets, avec des retombées importantes en termes d'expertise et d'applications technologiques. Ceci se traduit également par la participation ou le leadership de réseaux régionaux et nationaux et la maîtrise d'œuvre d'un centre technique unique en France, avec une forte implication dans les problèmes de normalisation. L'équipe se positionne également sur des sujets nouveaux, par exemple les polymères bio-sourcés et favorise le développement des activités de ses jeunes chercheurs.

En ce qui concerne les travaux portant sur la "Mécanique des Systèmes Macromoléculaires Complexes", on peut noter la grande qualité des travaux portant sur les mécanismes de la déformation plastique ainsi que sur l'originalité de cette thématique au niveau national. Les approches développées ici, fondées sur une culture de métallurgie physique partagée avec d'autres équipes d'UMET, contribuent fortement à une part de l'identité de l'ensemble de l'unité. Cette démarche, d'abord appliquée aux polymères synthétiques (à liaison de van der Waals et à liaison hydrogène) est maintenant focalisée d'une part sur les polymères bio-sourcés, et d'autre part sur des matériaux hétérogènes : on peut notamment noter les efforts faits pour comprendre le comportement plastique des matériaux nanocomposites, en s'appuyant sur une collaboration avec un laboratoire de mécanique. L'utilisation des observations et analyses par microscopie à champ proche (AFM), très prometteuse, a pu commencer grâce à un recrutement très bien préparé. Malheureusement, la promesse de conditions meilleures a conduit au départ de cette recrue en 2006.



L'activité correspondant à la thématique "Polymères Fonctionnels" est également de très bon niveau, notamment pour tout ce qui concerne les polymères porteurs de groupements de type cyclodextrines, pour lesquels l'équipe a une reconnaissance nationale. On peut noter le grand intérêt générique de ces recherches ainsi que les nombreuses applications de ces polymères pour la délivrance contrôlée de substances (bio)actives. On peut également noter l'émergence de recherches de très bon niveau dans le domaine de la chimie supramoléculaire, activité bien soutenue par l'Unité.

L'activité de la thématique "Procédés de Traitement et de Revêtement de Surface" apparaît en retrait par rapport aux précédentes thématiques, peut-être faute de nouveaux développements. Le nouveau cadre offert par l'UMET constitue une excellente occasion de tels développements.

Les travaux réellement effectués dans la thématique "Polymères sous Rayonnement" apparaissent décalés par rapport à son intitulé. De plus l'équipe, réduite à un chercheur permanent, présente une taille sous-critique, alors que son activité s'inscrirait bien dans le cadre de la Thématique "Polymères Fonctionnels".

#### *Prospective*

Bien que dans certaines thématiques, des projets récents se soient développés, on ne peut qu'encourager l'émergence de sujets transverses au sein de l'équipe ISP compte tenu des nouvelles perspectives offertes par la restructuration proposée. Par ailleurs, des travaux concernant notamment la plasticité devraient faire l'objet de collaborations transverses au sein de l'UMET. Cette volonté apparaît clairement dans la démarche de la direction de la nouvelle unité par la mise en place de mesures incitatives au sein de la Fédération Chevreul. Il conviendrait par ailleurs de poursuivre une politique de recrutement volontariste qui vienne conforter cette politique incitative.

Nom de l'équipe : Ingénierie des Systèmes Polymères

Note de l'équipe	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire	Appréciation du projet
A	A	A	A	A



## 5 • Analyse de la vie de l'unité

### – En termes de management :

L'UMET s'articulera en quatre équipes, très distinctes par leurs sujets d'étude et leurs tailles, mais très voisines autant par les concepts qui les lient (transformations de phases, plasticité) que par les méthodes utilisées (notamment la microscopie électronique). L'unité n'est donc pas de façade et le management devrait s'en trouver facilité. Cependant, des hétérogénéités existent qui devront être corrigées à brève échéance (voir recommandations). Le mécanisme de gouvernance qui permettra à la direction d'assumer pleinement son rôle en cohérence avec les quatre responsables d'équipe n'a pas été décrit finement devant le Comité et devra faire l'objet d'une analyse poussée avant la mise en place de l'unité. Les deux responsables pressentis pour la direction ont montré leur capacité à réussir ce pari avec l'appui manifeste des quatre responsables d'équipe qui sont eux-mêmes expérimentés en matière de management scientifique. Les représentants des tutelles se sont par ailleurs engagés à faciliter le processus de reconversion qui préside à la formation de l'UMET en assumant certains choix difficiles qui restent à faire en matière d'affectation des personnels techniques et administratifs, de rationalisation des thèmes scientifiques affichés par UMET et de développement de l'enseignement de la science des matériaux (incluant une option métallurgie modernisée).

### – En termes de ressources humaines :

S'agissant d'une création d'unité, on ne peut que rapporter que les pratiques actuelles correspondent aux anciennes unités et au processus qui a conduit à la construction du projet UMET. Bien que les rapports d'activité soient muets sur ce qui concerne la vie des trois unités originales, le rapport du LSPES comporte un chapitre consacré à l'hygiène et à la sécurité détaillant les efforts développés pour améliorer cet aspect.

Les discussions menées avec une assemblée formée par l'émanation des trois conseils de laboratoire ont montré que la démarche d'unification est très bien perçue par les chercheurs permanents et non permanents (doctorants en particulier), mais qu'elle inquiète les personnels administratifs et techniques, sauf dans le cas des services mutualisés (microscopie électronique notamment).

Il est donc indispensable de consacrer les mois précédant la création d'UMET à associer fortement ces personnels aux réflexions concernant leur futur rôle, ainsi qu'à définir les nouvelles instances de gouvernance. L'inquiétude, que partage le comité de visite, est que la gestion de ces personnels par les deux UFR de Chimie et de Physique ne soit pas cohérente avec les nouveaux objectifs de cette unité. L'université pourrait utiliser la fédération Chevreul pour régler ce genre de problème.

### – En termes de communication :

L'UMET ne présente pas dans son projet de mention spécifique liée à la communication. Il est cependant apparu clairement lors de la visite du comité que la création de l'UMET devrait permettre d'inscrire de façon visible la recherche sur les matériaux à Lille dans la politique scientifique de ses tutelles, et la faire apparaître comme un des piliers de la Fédération de recherche Chevreul.

Il a également été mentionné que l'UMET et la Fédération de recherche souhaitent favoriser la participation de jeunes chercheurs à des colloques internationaux, ce qui, au-delà d'une attention louable envers les jeunes chercheurs, dénote une volonté évidente de communication.



Le comité s'est étonné de l'absence de prise en compte des aspects de formation, tant dans les documents transmis à l'AERES que dans les exposés réalisés au cours de la visite d'audit. Les enseignants-chercheurs relativement nombreux dans les diverses équipes sont impliqués dans divers modules dispensés dans les UFR de chimie et de physique (2 Masters matériaux coexistent !), l'ENSCL et POLYTECH, mais sans qu'aucun bilan et projet des enseignements futurs n'aient été avancés. Compte tenu des points forts et des atouts de la recherche locale dans le domaine des matériaux, il est important que l'enseignement adossé à cette recherche ait un projet d'avenir à la hauteur des ambitions de la recherche.

## 6 • Conclusions

### – Points forts :

- Culture et histoire communes : les équipes d'UMET, quels que soient les matériaux étudiés, partagent une forte culture d'origine métallurgique (transformations de phase, plasticité, microscopie électronique) qui les positionne sur un créneau assez unique au plan international.
- Concernant la plasticité, les équipes conjuguent des approches complémentaires impliquant toutes les échelles, ce qui augure d'une excellence particulière de l'UMET dans ce domaine. Par exemple, l'équipe 2 étudie la fragilisation, l'endommagement, la fatigue des alliages métalliques en contact avec les métaux liquides ; l'équipe 3 détermine les lois de rhéologie des minéraux à hautes pressions et températures par des mesures synchrotron in situ et modélise ab initio les forces mises en jeu lors du déplacement des dislocations dans les minéraux ; l'équipe 4, l'une des rares en France capable d'innover en ce domaine, s'applique à comprendre la déformation des polymères qui est caractérisée par des comportements instables et la formation d'hétérogénéités structurales macroscopiques. À noter également que l'existence de la plate-forme commune de microscopie électronique est essentielle en ce domaine.
- Matériaux moléculaires : activité cohérente, originale et scientifiquement pertinente de l'équipe Matériaux Moléculaires et Thérapeutiques. D'une part, elle explore des domaines peu courants en physique hors équilibre, et d'autre part elle a entrepris avec succès une démarche remarquable pour les appliquer à des matériaux pharmaceutiques et de l'agroalimentaire.
- Physique des Minéraux : application très originale de l'expertise en matière d'analyse à l'échelle nanométrique à l'étude de la déformation du manteau terrestre et à l'astrominéralogie. A noter le succès indéniable dans l'étude des matériaux interstellaires, au travers de l'implication dans la mission "Stardust". L'équipe a démontré une performance particulière en publiant 7 fois dans Science et 2 fois dans Nature durant la période 2005-08.
- Etudes numériques et expérimentales des transformations de phases : les transformations de phase dans une large variété de matériaux seront explorées autant par le biais de la simulation numérique qu'au travers de diverses approches expérimentales. Il convient d'insister sur la possibilité d'un contact direct entre la culture de la métallurgie et celle des matériaux moléculaires sur les transformations de phase et les évolutions hors équilibre dans des systèmes forcés, ainsi que les propriétés mécaniques dans le cas du broyage par exemple, grâce à la mise en place de l'UMET. Ceci devrait se révéler très fécond sur le plan des méthodes expérimentales, de la simulation et de l'approfondissement des concepts.
- Polymères fonctionnalisés, notamment pour la résistance au feu : l'étude de la résistance au feu des matériaux polymères constitue un point fort des polyméristes lillois, reconnus de longue date dans leur approche qui balaie les aspects de formulation, de mise en oeuvre et d'évaluation des performances des matériaux. Cette situation est unique en France. Des projets nouveaux sont apparus ces dernières années, centrés sur l'utilisation de nano-charges organo-modifiées, la synthèse de nouveaux retardateurs de flamme agissant en phase gaz ou encore plus récemment, la modélisation et simulation de la réaction au feu des matériaux mettant en oeuvre des outils nouveaux. Le comité ne peut qu'encourager les acteurs de cette thématique à poursuivre dans cette voie originale.





- Le développement récent de la chimie supramoléculaire avec la mise en place et le renforcement d'une équipe dynamique maîtrisant parfaitement les techniques de polymérisation contrôlée et les méthodes de fonctionnalisation les plus actuelles comme la "click-chemistry" est un point particulièrement positif et prometteur de la thématique « Polymères fonctionnels » de l'Equipe 4 de l'UMET.
  - Microscopie électronique : l'équipe dédiée à ce thème a su faire apparaître le pôle Lillois au meilleur niveau international grâce à une profonde connaissance de la cristallographie et son application très originale en diffraction électronique notablement. Il faut mettre en avant les développements en diffraction en faisceau convergent à grand angle (LACBED = Large Angle Convergent Beam Electron Diffraction) et son application à l'étude des défauts et également la diffraction d'électrons en précession. Cette dernière technique permet de fortement diminuer les effets de diffraction dynamique. Enfin, il faut souligner le travail de formation continue réalisé, ainsi que le rôle central que joue l'unité au sein de l'université par le portage du centre commun de microscopie électronique.
  - La qualité des relations scientifiques avec EDF donne à l'équipe de simulation numérique une stature internationale dans le domaine des matériaux pour le nucléaire que la création d'une unité mixte avec Rouen ne fera que renforcer.
  - Emergence et visibilité du Pôle Matériaux en région Nord Pas de Calais : la création de l'UMET est une occasion unique de créer à Lille un "Pôle Matériaux", associant les trois classes de matériaux, avec des points forts transverses tels que l'analyse des mécanismes de la plasticité fondée sur une culture commune de métallurgie physique et des fleurons tels que la chimie des polymères ou encore la physique des transformations de phase. Il est notamment remarquable que les échelles étudiées, et les approches numériques correspondantes, s'étendent de l'Angström à la centaine de kilomètres, soit plus de 15 ordres de grandeur. C'est aussi pour l'université une opportunité de regagner de l'attractivité auprès des étudiants en science, si elle s'en donne réellement les moyens : il est ainsi indispensable d'afficher la même cohérence aux niveaux formation et recherche. Le clivage entre UFR de Chimie et de Physique ne doit en aucun cas être un obstacle à cet affichage "Matériaux", notamment au niveau master. L'université pourrait s'appuyer sur la fédération Chevreul pour faciliter un tel affichage et sa gestion.
  - Qualités et dynamisme de l'équipe pressentie pour la direction : la future direction sera formée par un directeur et son adjoint. Ces responsabilités seront prises par deux jeunes professeurs dont la qualité scientifique n'est pas contestable. Ils ont démontré l'un et l'autre leur particulière maîtrise du dossier, et la connaissance profonde des difficultés qu'il recèle, lorsque le Comité a posé des questions précises sur leur vision de l'évolution prochaine de la communauté dont ils auront la charge.
- **Points à améliorer :**
- Structuration de l'équipe 2 : la structuration proposée pour l'équipe 2 semble essentiellement dictée par les activités du passé plutôt que par des projets d'avenir, qui prendraient en compte à la fois les évolutions scientifiques et le recrutement significatif de jeunes enseignants chercheurs de grande compétence. Dans l'état actuel, la thématique "céramique" semble être sous critique avec des projets scientifiques manquant de pertinence. De même, séparer l'étude des propriétés mécaniques de celle des microstructures ne semble pas former une base solide pour bâtir de nouveaux projets. Il faut absolument revoir la partition des thématiques, sans doute en les réduisant et aussi en prenant en compte les domaines de compétence des recrues récentes.
  - De manière générale, le Comité a été déçu par la qualité de présentation du projet UMET, en particulier de l'Equipe 2. Pour que ce projet corresponde à une évolution positive des recherches (et de l'enseignement) sur Lille et sa région, une réflexion plus approfondie est nécessaire. De plus, il faudra mieux prendre en compte les effets des prochains (ou récents) départs en retraite ou des réductions d'activité. Il est apparu au Comité que les sous-équipes proposées ne correspondent pas à la meilleure solution, et qu'un fonctionnement par projet, même de manière temporaire (4 ans par ex.) serait plus efficace que la partition actuelle en sous-équipes. Cela permettrait de mieux valoriser les compétences



- (propriétés mécaniques et environnement, maîtrise des microstructures, élaboration, thermodynamique, modélisation, microscopie électronique) et de les mettre au service de projets trans-équipes. Cela permettrait également d'intégrer une partie des enseignants-chercheurs aujourd'hui hors thématiques, une situation qui ne saurait perdurer durant le contrat quadriennal. Dans cet esprit, l'absence de présentation dans le document UMET d'une politique de recrutement concertée est totalement inacceptable. Il en va de même pour la présentation de la partie concernant l'enseignement qui est également particulièrement faible alors que la création de l'UMET doit s'accompagner d'un projet de coordination de l'enseignement «matériaux» sur Lille et sa région, et notamment en métallurgie pour ce qui concerne l'Equipe 2.
- Equipe 4 : le sous-thème 'Polymères sous rayonnement' est sous-critique et non pertinent vis à vis des autres sous-thèmes Polymères (voir plus loin).
- Sortir du non-dit et de la réserve : faute d'éléments écrits versés au dossier, le Comité a éprouvé des difficultés à se faire une idée précise de la vision à court et moyen termes qu'ont les responsables d'équipe de UMET de l'émergence de nouveaux sujets et plus encore des mécanismes de gouvernance et de prise de décision qui s'appliqueront bientôt. Ce défaut, qui relève plus de la réserve (ou de la pudeur) que de l'absence de réflexion, doit être corrigé au plus vite car il entraîne un manque de communication en interne qui est préjudiciable à la bonne organisation de la future unité, et au delà peut être un dynamisme insuffisant de nombreux personnels de la future unité.

— **Recommandations :**

- Le soutien de l'INSU à la plateforme de microscopie électronique a été déterminant dans le développement des études de plasticité. Le Comité recommande vivement que ce soutien soit renouvelé.
- Equipe 2 : la place des recherches en métallurgie (thématiques 1 et 2) ainsi qu'en modélisation (thématique 3) est claire, bien que les thèmes 1 et 2 gagneraient à se rapprocher. Par contre, la thématique 4 (céramique) avec 4 MCF seulement doit préciser sa spécificité et son devenir. Les contours et l'imbrication de l'équipe mixte avec EDF, en particulier dans les développements en cours impliquant le laboratoire de métallurgie physique de Rouen, demandent à être clarifiés dans le nouveau cadre de l'UMET.
- Equipe 4 : veiller à l'adéquation entre objectifs réels et intitulés des groupes.
- Equipe 4 : le thème 2 de l'équipe 4 (Polymères sous rayonnement) doit évoluer vers une nouvelle activité intégrée au thème « Polymères fonctionnels » (thème 1, Eq. 4). En effet, cette thématique "Polymères sous rayonnement", suite au départ d'éléments moteurs, est apparue largement sous-critique en nombre de chercheurs impliqués. Les travaux effectivement abordés ou les projets sont trop éloignés de la dénomination de la thématique et trop diversifiés au regard du potentiel humain disponible. Le comité recommande fortement d'intégrer les activités relatives à l'action du rayonnement dans la thématique "polymères fonctionnels" et de cibler les sujets en vue d'un renforcement de cette dernière thématique, ce qui implique (en particulier) l'abandon des travaux sur les mélanges polymères/cristal liquide.
- Veiller à la meilleure adéquation possible entre les objectifs affichés pour la recherche de UMET et les formations dans lesquelles s'engage l'unité. Créer notamment un pôle transdisciplinaire d'enseignement matériaux, avec une composante « métallurgie » forte.
- Impliquer plus fortement les personnels ITA/IATOS dans la définition et l'organisation de UMET.
- Mieux analyser les conséquences du départ prochain du directeur de l'UMR 8517, expert par excellence en microscopie électronique, autant pour l'application de la technique aux matériaux nouveaux étudiés par UMET que pour les développements méthodologiques ou les futurs investissements.
- Ne pas accepter de chercheurs isolés lors de la constitution de UMET.



- Clarifier en interne et vis à vis des tutelles la gouvernance de la future unité et expliciter ses modes de prise de décision.
- Améliorer la transversalité : dans le cadre de la création de l'UMET, l'équipe de direction devra veiller, pour mettre en valeur ses axes forts et ses potentialités, à favoriser le développement de projets de recherche transversaux entre équipes, mais également au sein d'une même équipe. C'est en particulier le cas dans l'équipe "Ingénierie des systèmes polymères" où le rapprochement de compétences variées (aujourd'hui dans deux UMR séparées) dans le domaine des polymères permet d'aborder des projets allant de la synthèse macromoléculaire aux propriétés du matériau. Transversalement aux équipes préconisées pour la future UMET, on pensera notamment aux thèmes suivants : plasticité, microcopie électronique, simulation, thermodynamique et transformations de phase (à la fois théorique et expérimentale pour la calorimétrie), systèmes hors équilibre, transition vitreuse.
- Concrétiser le soutien des tutelles à la création de UMET par : l'accompagnement de l'équipe de direction au travers d'un dialogue privilégié, l'affichage d'un soutien fort de cette direction en matière administrative en lui affectant un ou des personnels supplémentaires, la solution - de manière urgente - des questions pendantes concernant l'affectation des personnels ITA/IATOS aux nouvelles équipes d'UMET.

Note de l'unité	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire	Appréciation du projet
A	A	A	B	B

Villeneuve d'Ascq, 6 avril 2009

Philippe ROLLET, Président de l'Université Lille1  
Jean GRIMBLLOT, Directeur de L'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Lille

*A l'attention de Jean-François DHAINAUT, président de l'AERES*

Objet : Réponse au Rapport du Comité de Visite  
Unité Matériaux et Transformations (UMET)

Monsieur le Président et Cher collègue,

Nous tenons à remercier le comité de visite pour l'analyse fouillée du bilan et du projet de l'Unité Matériaux et Transformations (UMET)

Le rapport d'évaluation représente un outil précieux pour le pilotage et le positionnement de l'unité.


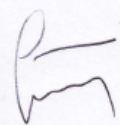
Vous trouverez ci-joint la réponse de l'unité à ce rapport. Elle comporte :

- des demandes de correction d'erreurs factuelles ;
- des observations et commentaires sur le rapport d'évaluation.

Nous vous prions d'agréer, cher collègue, l'expression de nos sincères salutations.

Signatures

Le Président de l'Université  
Ph. ROLLET  
  

Lille 05 avril 2009

## REPONSE RAPPORT AERES UMET

Le rapport produit par le comité d'experts a été largement diffusé et discuté à tous les niveaux parmi les futurs membres de l'unité. Bien que contenant des recommandations fermes qui appellent dans certains cas à procéder à des choix difficiles avec des prises de décisions courageuses, le rapport est perçu comme pertinent, constructif et encourageant pour la future unité. La future équipe de direction a apprécié le travail des experts qu'elle considère comme fort utile pour la mise en place de UMET. Un certain nombre de décisions ont été déjà prises et un certain nombre de processus et réflexions ont été enclenchés qui visent à libérer et mettre en œuvre les potentialités perçues par le comité.

Alexandre Legris

