



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

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur
la structure fédérative :

Centre Lyonnais de Microscopie (FED 4092)

sous tutelle des

établissements et organismes :

Institut des Sciences Appliquées de Lyon

Ecole Centrale de Lyon

Université Claude Bernard Lyon 1

Ecole Normale Supérieure de Lyon

Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne

Mai 2010



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

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur l'unité :

Centre Lyonnais de Microscopie (FED 4092)

Sous tutelle des établissements et organismes

Institut des Sciences Appliquées de Lyon

Ecole Centrale de Lyon

Université Claude Bernard Lyon 1

Ecole Normale Supérieure de Lyon

Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne

Le Président
de l'AERES

Jean-François Dhainaut

Section des unités
de recherche

Le Directeur

Pierre Glorieux

Mai 2010



Fédération

Nom de la fédération : CLYM - Centre Lyonnais de Microscopie

Label demandé : FED

N° si renouvellement : 4092

Nom du directeur : M. Thierry EPICIER

Membres du comité d'experts

Président :

M. Jean-Marie DUBOIS, Institut Jean Lamour, Nancy

Experts :

Mme Karine ANSELME, Institut de Science des Matériaux de Mulhouse

M. Bernard JOUFFREY, MSSMat, Châtenay-Malabry

M. Mustapha JOUIAD, Institut P', Poitiers

M. Alexandre LEGRIS, Université Lille1, UMET

M. Patrik SCHMUTZ, ETH Zurich/EMPA, Materials Science and Technology

Experts proposés par les instances d'évaluation des personnels :

M. René GUINEBRETIÈRE, proposé par le CNU

Mme Marie-Christine LAFARIE-FRENOT, proposée par le CoNRS

Représentants présents lors de la visite

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Pierre MONTMITONNET

Représentant(s) des établissements et organismes tutelles :

Mme Bernadette PERICHON, CNRS, DR Rhône-Alpes, Responsable RH,

M. Ernest CHIOARELLO, CNRS, DR Rhône-Alpes, Responsable Informatique

M. Dominique LEGUILLON, CNRS / INSIS, Chargé de Mission

M. Pascal SOMMER, CNRS / INSIS, Chargé de Mission

Mme Christelle GOUTAUDIER, UCB Lyon 1, Vice-Présidente Recherche

M. Jean-Marie REYNOUARD, INSA de Lyon, Directeur de la Recherche.



Rapport

1 • Introduction

La visite s'est déroulée à l'occasion de celle du MATEIS les 18 et 19 janvier 2010. Elle a consisté essentiellement en une présentation orale de la fédération CLYM par son directeur.

Le projet CLYM (Centre Lyonnais de Microscopie), auparavant CLYME (structure fédérative fondée en 1998), répond à un objectif de mutualisation et de centralisation de compétences et de matériels de pointe dans le domaine des caractérisations micro- et nano-structurales. Il vise au regroupement de plusieurs équipements dédiés de microscopie électronique (balayage et transmission), de tomographie X, de microscopie à force atomique, de nano-usinage ionique (couplé à l'imagerie électronique) sur le site du campus *Lyon Tech*.

A l'origine, 21 laboratoires publics et 6 compagnies privées la composaient pour 2 microscopes électroniques en transmission à haute résolution et analyse chimique locale, plus un microscope à balayage environnemental. Actuellement, 13 laboratoires issus de 5 établissements (INSA, ECL, UCB Lyon 1, ENS-Lyon, EM de Saint-Étienne), participent à l'ensemble. On note ainsi une diminution du nombre d'entités participantes, liée au retrait de compagnies privées d'une part, aux fusions de laboratoires d'autre part.

Thierry EPICIER anime la Fédération qui n'a pas de personnel en propre ; environ 20 personnes des laboratoires participants contribuent à CLYM, pour environ 3 équivalents temps-plein.

2 • Appréciation sur la structure fédérative

Cette Fédération a fait un excellent travail, tout à fait essentiel à la vie scientifique lyonnaise, remarquable pour son efficacité et son rayonnement. Cette plateforme pluridisciplinaire de caractérisation des matériaux jusqu'à l'échelle nanométrique est un lieu de rencontre des utilisateurs, creuset d'échanges fructueux et d'apport de nouvelles idées. Cet ensemble est très attractif envers de nouveaux et bons éléments. La qualité et la réputation de ses équipements sont un atout de poids pour la Région Rhône-Alpes.

- Points forts et opportunités :

CLYM a rassemblé des compétences complémentaires reconnues qui ont su s'unir pour obtenir des équipements de toute dernière génération. L'ensemble devrait s'enrichir prochainement dans le cadre du CPER 2007-2013 d'un MET (80-300 keV, appelé METET dans le projet, pour Microscopie Électronique en Transmission Environnementale et à vocation Tomographie), corrigé des aberrations. Il devrait être unique en France. La place disponible dans le microscope autour de l'objet permettra de mener à bien des études 3D, même à petite échelle. De plus la possibilité de faire varier la tension accélératrice de 80 à 300 kV peut être très utile.

Actuellement sont rassemblés 8 appareils, et sans doute bientôt 9 avec le METET. Tous ces appareils forment déjà, mais feront encore plus une fois regroupés sur un même lieu, un centre très utile et attractif.

- Points faibles et risques :

Une telle structure demande beaucoup d'énergie de la part de son animateur. Il est indispensable qu'elle ne devienne pas uniquement une plateforme de service, mais qu'elle continue d'avoir les moyens d'aborder quelques sujets de fond, développements techniques pour certains, mais aussi questionnements plus fondamentaux pour d'autres.



Dans le cas du nouvel appareil, le METET, la difficulté cependant sera de bien choisir les domaines d'application et de ne pas vouloir tout faire avec cet appareil qui, unique en France, risque d'être sollicité de toutes parts.

Les contrats d'entretien sont onéreux, mais indispensables pour que cette structure reste efficace (voir ci-après).

- **Recommandations :**

Il est important de travailler de manière détaillée sur le problème des interactions électrons matière (en STEM ou MET) autour des flux et doses d'électrons nécessaires pour obtenir une bonne image, mais aussi sur les doses limites admissibles par les échantillons selon l'échelle de l'observation. Ceci est très important, notamment pour l'étude des matériaux fragiles tels que les polymères ou dans l'observation du "vivant". Dans ce cas, l'échelle d'observation est primordiale. Il serait intéressant pour le Wet-STEM de développer des méthodes plus douces, en utilisant une anticathode mince comme source de RX (microscopie à projection) par exemple. De même dans le cas du FIB, l'interaction ions-matière n'est pas neutre.

On ne peut qu'encourager les développements projetés, notamment le METET. En ce qui concerne la jouvence envisagée pour les équipements, c'est-à-dire le remplacement de microscopes maintenant dépassés (le TOPCON notamment), elle apparaît très raisonnable. Il est utile, sans aucun doute, d'une manière ou d'une autre, que les logiciels d'interprétation des contrastes, traitement d'images, des spectres de pertes d'énergie puissent être mis à disposition des utilisateurs.

Il faut remarquer également que le coût des contrats d'entretiens est très élevé, mais que ceux-ci sont tout à fait indispensables. Il est donc nécessaire que cette fédération soit aidée de manière pérenne par les Etablissements, la Région et l'État, et développe une politique active de financement.

Un problème important concerne le personnel permanent. On doit recommander très fortement le remplacement de l'ingénieur qui doit prendre sa retraite en 2011, et il serait normal qu'un poste de technicien permanent soit trouvé, de même qu'un poste administratif pour la gestion de l'ensemble : l'équipe autour des appareils devrait être renforcée par mutualisation des moyens en personnel des unités de recherche.

3 • **Appréciations détaillées :**

- **Bilan de l'activité scientifique issue de la synergie fédérative :**

Parmi l'énorme travail effectué, Il faut noter des réalisations intéressantes dont le STEM environnemental (Wet STEM, STEM humide, à basse tension, MEB environnemental-ESEM). D'autres points remarquables concernent le développement du 3D en STEM basse tension, l'utilisation en mode détection à grand angle de diffusion (High Angle Annular Dark Field). Le développement 3D sur ce dernier appareil permet une meilleure résolution que celle obtenue par rayonnement synchrotron. Bien sûr, ce n'est pas la même échelle d'information qui est recherchée. Le projet METET doit se voir dans la même lignée, et devrait attirer des chercheurs nationaux et internationaux.

Dans leur ensemble, les travaux attribués à CLYM ont donné lieu à plus de 100 publications entre 2002 et 2007 et 70 de 2007 à 2009, dont une quinzaine entre au moins deux laboratoires de CLYM.

En résumé, la recherche menée est clairement de niveau international. Il est bien sûr parfois difficile de séparer l'apport de la synergie fédérative de ce qui revient en propre au groupe SNMS de MATEIS, par exemple l'interprétation des spectres de pertes d'énergie.

- **Réalité et qualité de l'animation scientifique, pertinence et qualité des services techniques communs :**

L'animation est remarquablement efficace et pertinente, en dépit de la faiblesse numérique des moyens humains spécifiquement affectés à la structure (3 ETP). L'utilisation des appareils, soit en accès direct aux instruments, soit par l'intermédiaire d'un utilisateur spécialiste, est souple et efficace.



CLYM joue par ailleurs un rôle national dans la structure METSA (Microscopie Électronique en Transmission et Sonde Atomique), fondée récemment. CLYM a de fait anticipé de manière efficace au niveau régional ce qui se fait maintenant dans ce réseau au plan national.

- **Réalité et degré de mutualisation des moyens des unités :**

A l'heure actuelle, 8 instruments sont gérés par cette fédération. Quatre lui sont propres et sont complètement mutualisés :

- MET 2010 F
- MEB ESEM XL30
- AFM
- FIB Dual Beam (acquis dans le cadre CPER)

4 autres instruments sont implantés dans les laboratoires et mis à disposition de CLYM, avec des « quotes-parts CLYM » affichées de 25% ou 50% :

- MET 2010
- MET TOPCON
- Tomographe X
- EFTEM Leo 912

On peut d'ores et déjà y ajouter le METET 300 kV (Microscope Electronique en Transmission Environnementale et Tomographie), projet CPER, prévu d'ici à 2013. Il faut aussi comptabiliser divers appareils de préparation des échantillons, dont 1 PIPS Gatan (polissage ionique).

- **Complémentarité par rapport aux autres structures fédératives du site**

Une autre structure coopérative de l'UCB, spécialisée en analyses des systèmes biologiques, la Plate-Forme d'imagerie électronique et photonique CTμ (Centre Technologique des Microstructures), est membre de CLYM, et des échanges de services ont lieu régulièrement. Des échanges concrets (séminaires communs, co-financements...) ont lieu aussi avec la Fédération « Matériaux de Structure » FéDeRAMS (FR 2145), l'Institut Carnot I@L, les Clusters régionaux, ou encore l'Institut de Chimie de Lyon (FR 3023) ; c'est là chose naturelle, toutes ces entités ayant nombre de laboratoires communs.

- **Pertinence du projet de stratégie scientifique**

Il n'y a aucun doute que la stratégie suivie depuis une douzaine d'années, d'abord dans le cadre de CLYME puis maintenant dans celui de CLYM, est très efficace et utile pour la région et au niveau national. Elle est notamment attractive pour les chercheurs qui peuvent trouver grâce à cette structure des équipements de dernière génération dans le domaine des microscopies. On doit remercier ceux qui ont eu l'idée et le courage de développer cet ensemble.

REPONSES aux observations portées par le comité d'experts concernant le Rapport de l'AERES sur la structure fédérative :

Centre Lyonnais de Microscopie (FED 4092)

**Nous reprenons ici quelques parties du texte en y apportant des
commentaires en gras (bleu).**

2 • Appréciation sur la structure fédérative

- **Points faibles et risques :**

Une telle structure demande beaucoup d'énergie de la part de son animateur. Il est indispensable qu'elle ne devienne pas uniquement une plateforme de service, mais qu'elle continue d'avoir les moyens d'aborder quelques sujets de fond, développements techniques pour certains, mais aussi questionnements plus fondamentaux pour d'autres.

Le point soulevé par le Comité, concernant le risque que CLYM ne devienne qu'une plateforme de service, est une de nos préoccupations essentielles. C'est d'ailleurs à ce titre que nous considérons qu'une gouvernance de type "Fédération de Recherche" est la mieux adaptée (au contraire d'une éventuelle structuration en une entité indépendante) pour permettre aux laboratoires partenaires d'alimenter les "sujets de fond, développements techniques ... questionnements plus fondamentaux" au travers de leurs propres thématiques de recherche, avec le corollaire d'y impliquer naturellement leurs personnels.

- **Recommandations :**

Il est important de travailler de manière détaillée sur le problème des interactions électrons matière (en STEM ou MET) autour des flux et doses d'électrons nécessaires pour obtenir une bonne image, mais aussi sur les doses limites admissibles par les échantillons selon l'échelle de l'observation. Ceci est très important, notamment pour l'étude des matériaux fragiles tels que les polymères ou dans l'observation du "vivant". Dans ce cas, l'échelle d'observation est primordiale. Il serait intéressant pour le Wet-STEM de développer des méthodes plus douces, en utilisant une anticathode mince comme source de RX (microscopie à projection) par exemple. De même dans le cas du FIB, l'interaction ions-matière n'est pas neutre.

L'ensemble de ces remarques est pertinent et nous y accordons beaucoup d'importance ; des actions ont d'ailleurs déjà été entreprises dans le sens préconisé (thèse démarrées à la rentrée 2009 et prochainement en

2010, qui devraient permettre d'approfondir les aspects fondamentaux et pratiques des interactions électrons-matière dans le cas du STEM et du FIB).

En ce qui concerne la jouvence envisagée pour les équipements, c'est-à-dire le remplacement de microscopes maintenant dépassés (le TOPCON notamment), elle apparaît très raisonnable.

Nous espérons pouvoir apporter des solutions à cette question dans le cadre du Grand Emprunt. La structuration 'pyramidale' au sein du CLYM (appareils de 'routine' d'un cercle élargi, incluant les instruments co-gérés installés au sein des laboratoires partenaires, et qui convergent vers les microscopes plus spécialisés - et performants - du 'sommet' plus restreint et entièrement mutualisé) se prête à une demande cohérente de jouvence commune des premiers appareils constituant la base et servant de tremplin aux seconds.

Un problème important concerne le personnel permanent. On doit recommander très fortement le remplacement de l'ingénieur qui doit prendre sa retraite en 2011, et il serait normal qu'un poste de technicien permanent soit trouvé, de même qu'un poste administratif pour la gestion de l'ensemble : l'équipe autour des appareils devrait être renforcée par mutualisation des moyens en personnel des unités de recherche.

Nous sommes reconnaissants au Comité d'avoir identifié cette nécessité, et ne pouvons que souhaiter l'octroi prochain des postes recommandés.

D'une manière générale, nous remercions l'ensemble des membres du Comité pour leurs observations et recommandations avisées concernant le CLYM, et qui constituent pour nous un fort encouragement à poursuivre l'aventure.

Le Directeur de la Recherche


Professeur Jean-Marie REYNOUARD

T. EPICIER

Responsable FED CLYM