



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

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur
l'unité :

Laboratoire de Catalyse et Spectroscopie (LCS)

Sous tutelle des
établissements et organismes :

ENSICAEN

Université de Caen

CNRS

Novembre 2010



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

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur l'unité :
Laboratoire de Catalyse et Spectroscopie (LCS)
Sous tutelle des
établissements et organismes :
ENSICAEN
Université de Caen
CNRS

Le Président de l'AERES

Didier Houssin

Section des unités
de recherche

Le Directeur

Pierre Glorieux

Novembre 2010



Unité

Nom de l'unité : Laboratoire de Catalyse et Spectrochimie (LCS)

Label demandé : UMR CNRS

N° si renouvellement : 6506

Nom du directeur : M. Jean-Pierre GILSON

Membres du comité d'experts

Président :

M. Bernard COQ, Institut Gerhardt Montpellier, France

Experts :

M. Claude MIRODATOS, Institut de Recherches sur la Catalyse et l'Environnement Lyon, CoNRS

M. Claude POUCHAN, Université de Pau et des Pays de l'Adour, CNU

M. Alain TUEL, Institut de Recherches sur la Catalyse et l'Environnement Lyon,

M. Slavik KASZTELAN, IFP-Energie Nouvelles

M. Edoardo GARONNE, Polytechnico de Turin, Italie

Représentants présents lors de la visite

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Régis REAU

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

Mme Claire-Marie PRADIER (INC CNRS),

M. Dominique GOUTTE (ENSICAEN),

Mme Josette TRAVERT (Université de Caen)



Rapport

1 • Introduction

- Date et déroulement de la visite :

La visite s'est déroulée les 23 et 24 Novembre 2010 sur le site de l'UMR à l'ENSICAEN. La première journée a débuté par une réunion du comité à huis-clos (30 minutes), suivie par une rencontre avec les trois tutelles (30 minutes). La Direction de l'UMR a ensuite exposé son bilan et son projet lors d'un exposé-débat à huis clos (1 heure). Par la suite, les trois thèmes de recherches de l'UMR ont été présentés (bilan-projet). Chaque thème a eu une plage horaire correspondant à sa représentativité (respectivement 1h50 ; 1h10 et 1h15) et un débat s'est instauré avec le comité à l'issue de toutes les présentations d'un même thème. La journée s'est terminée par une audition du Conseil de Laboratoire (30 minutes) et une réunion de travail du comité à huis-clos (2 heures). La matinée du 24 Novembre a été consacrée aux travaux du comité à huis-clos (4 heures). Le comité tient à souligner la qualité de l'accueil et de l'organisation de ces journées.

- Historique et localisation géographique de l'unité et description synthétique de son domaine et de ses activités :

Sous son vocable actuel, le "Laboratoire de Catalyse et Spectrochimie" (LCS) a été créé dans les années 90 par JC Lavalley puis successivement dirigé par JP Gilson, C Fernandez et à nouveau par JP Gilson. Il est localisé à l'ENSI de Caen et ses recherches sont axées sur la catalyse hétérogène, plus précisément l'étude de la catalyse et des catalyseurs par spectroscopies in-situ et operando

- Equipe de Direction :

M. Jean-Pierre GILSON, Professeur des Universités

- Effectifs de l'unité : (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	16	16
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	5	5
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaire 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité)	19	13
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	10	13
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	4	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	15	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	14	14



2 • Appréciation sur l'unité

- Avis global sur l'unité:

Le LCS est un laboratoire de catalyse hétérogène développant des recherches dans le domaine des matériaux, de leurs applications dans le développement durable et la protection de l'environnement, et l'étude de leur fonction par spectroscopie infra-rouge in situ et operando. Ce dernier thème se situe au plus haut niveau mondial d'excellence dans le développement méthodologique en recherches fondamentale et appliquée. Ses interactions fortes avec le tissu universitaire régional s'expriment au travers du LabEx normand EMC3. Il participe à la création de la fédération de recherche EPE (énergie, combustion, environnement) avec le CORIA (INSA Rouen), ce qui assure un continuum de compétences en motorisation automobile depuis le carburant jusqu'à la dépollution, de nature à rendre le LCS incontournable auprès de MOV'EO (pôle de compétitivité à vocation mondiale).

Par ailleurs, le LCS est très actif dans la recherche contractuelle avec les institutions nationales (ANR) et internationales (Europe), ainsi que dans le partenariat avec l'industrie. Il bénéficie d'un soutien fort et sans faille de la part des tutelles et collectivités locales, et d'une infrastructure d'hébergement neuve de premier ordre.

Enfin, l'ensemble des personnels permanent est relativement jeune (moyenne de 45 ans environ), et il y a très peu de risque de perte de compétences indispensables dans les 10 ans à venir (pas ou peu de départ à la retraite prévu) à la mise en œuvre du projet.

- Points forts et opportunités :

- Une position unique en France et de premier ordre dans le monde sur l'étude operando de l'acte catalytique par spectroscopie infra-rouge.
- Cette position rend incontournable le LCS pour des collaborations scientifiques nombreuses et de haute qualité.
- La présence de quelques chercheurs et enseignants-chercheurs à très forte production scientifique.
- Fort engagement dans la recherche contractuelle.
- Une infrastructure de grande qualité avec des locaux neufs, vastes et très bien équipés.
- Une soutien très fort des tutelles et collectivités locales.
- La structuration de la recherche avec le CORIA (INSA Rouen), le rapprochement envisagé entre l'ENSICAEN et INSA Rouen.
- L'interaction forte avec les pôles de compétitivité (MOV'EO).
- La forte imbrication des personnels des différents thèmes dans les opérations de recherche, qui renforce la cohésion scientifique du laboratoire et son dynamisme.

- Points à améliorer et risques :

- La taille de l'unité et le maintien des ressources contractuelles qui semblent reposer sur un petit nombre de permanents.
- La lisibilité dans la structuration du laboratoire, la stratégie de recherche et le positionnement du laboratoire au regard des défis de R&D actuels et futurs.
- L'attractivité de l'Université de Caen Basse Normandie pour des étudiants de qualité en chimie physique, vivier naturel de doctorants pour le LCS.
- La reconnaissance internationale du laboratoire avec une meilleure participation des personnels dans les grands congrès internationaux en tant que conférenciers invités.
- Un certain déséquilibre entre le personnel CNRS et universitaire.
- La durée des thèses qui dépasse trop souvent les 3 ans, sans qu'un soutien financier ne soit assuré.



- **Recommandations:**

L'outil, au sens le plus noble du terme, de très haute technologie de spectroscopie operando est maintenant mature au LCS, bien que de constantes améliorations et évolutions, voire des ruptures conceptuelles, sont encore attendues. Il convient dès maintenant d'associer à l'information issue des expériences de spectroscopie des approches cinétiques, thermodynamiques et de modélisation afin d'exploiter au maximum l'ensemble de ces données expérimentales pour comprendre au mieux les subtilités du mécanisme de l'acte catalytique. Notons que cette démarche a déjà été amorcée mais pourrait être fortement amplifiée, vu la qualité des informations spectroscopiques disponibles actuellement.

Bien que ceci apparaisse en cours sur quelques sujets, il convient d'être vigilant sur l'intégration des compétences en science des matériaux.

Dans la structuration proposée en thèmes, il est important qu'à ces thèmes soient associés un ou deux "représentants (animateurs?)" dont les missions pourraient être : i) d'analyser le positionnement des recherches entreprises au regard des défis scientifiques actuels et futurs ; ii) de participer à l'élaboration de la stratégie de recherche de l'unité ; et iii) de contribuer vis-à-vis de la communauté scientifique extérieure à communiquer et rendre plus lisible la recherche menée au LCS.

- **Données de production :**

(cf. http://www.aeres-evaluation.fr/IMG/pdf/Criteres_Identification_Ensgts-Chercheurs.pdf)

A1 : Nombre de producteurs parmi les chercheurs et enseignants chercheurs référencés en N1 et N2 dans la colonne projet	20
A2 : Nombre de producteurs parmi les autres personnels référencés en N3, N4 et N5 dans la colonne projet	2
A3 : Taux de producteurs de l'unité $[A1/(N1+N2)]$	0,95
A4 : Nombre d'HDR soutenues (cf. Formulaire 2.10 du dossier de l'unité)	4
A5 : Nombre de thèses soutenues (cf. Formulaire 2.9 du dossier de l'unité)	15

3 • **Appréciations détaillées :**

- **Appréciation sur la qualité scientifique et la production :**

La production scientifique du LCS est, sur la base de l'analyse du comité, de 186 articles dans des revues à comité de lecture dans les meilleurs journaux de la communauté, ce qui correspond à environ 2 ACL par chercheur et enseignant-chercheur (C+EC) et par an. Le facteur d'impact pondéré de ces ACL est d'environ 4,2. Ceci place le LCS parmi les meilleurs laboratoires de catalyse hétérogène de France en nombre et surtout en qualité de publication. Il convient de noter quelques articles remarquables dans Science et Angewandte Chemie correspondants aux plus hauts standards internationaux dans l'étude de l'acte catalytique par spectroscopie infrarouge operando. Sept chapitres d'ouvrage à couverture internationale ont été écrits par des personnels du LCS. Ceci est commenté en détail ci-dessous au regard des trois thèmes de recherche :

Le thème Environnement et Développement Durable (EDD) rassemble les activités de recherche sur deux grandes préoccupations sociétales et industrielles : carburants à empreinte environnementale réduite et dépollution de l'air. Les opérations de recherche répondent bien à des problématiques pointues dans ces domaines très liées aux enjeux actuels et futurs. Elles sont essentiellement de nature collaborative avec des partenaires académiques et industriels, nationaux et internationaux (USA, Japon, Chine, Brésil, Europe, Allemagne, UK, Hollande, ...) sous la



forme de projets ANR, européens, et bilatéraux. Le domaine "carburant" porte sur des opérations concernant : les carburants fossiles, les agro carburants et l'hydrogène comme carburant. L'axe concernant la dépollution de l'air porte essentiellement sur deux questions importantes : la dépollution des effluents de combustion automobile et industriels, et la réduction des émissions de polluants en milieux habitats confinés. Toutes ces opérations ont pour point commun le besoin de cerner le fonctionnement des catalyseurs/adsorbants dans leurs conditions opératoires. La forte originalité de l'activité et des résultats de ce thème résulte de la mise en œuvre des techniques et méthodes de pointes développées dans le thème METHO. Comme déjà souligné, cette originalité rend très attractif le laboratoire, lui assure une grande notoriété internationale et une interface forte avec le monde industriel permettant une production de brevets et d'articles scientifiques de qualité. Ces publications impliquent un grand nombre de chercheurs de l'unité.

Le thème PhysicoChimie des Interfaces (PCI) aborde deux aspects, la caractérisation des propriétés de surface des matériaux poreux et la synthèse de matériaux divisés ou nanostructurés à propriétés contrôlées. Les travaux en caractérisation visent à fournir une expertise et une connaissance avancée sur les propriétés intrinsèques des matériaux : acidité, basicité, structure et texture, hétérogénéité, fonctionnalisation. Les travaux concernant l'élaboration de matériaux poreux visent à identifier et contrôler les méthodes de synthèse afin d'obtenir des matériaux à propriétés structurales, texturales et morphologiques maîtrisées. L'ensemble de ces travaux est d'actualité et présente un grand intérêt fondamental et un fort potentiel d'applications. On retrouve l'originalité et la qualité de la production scientifique déjà soulignée dans le thème EDD. Dans ce thème l'éventail de collaborations tant au niveau académique qu'industriel est beaucoup plus restreint, et fortement lié aux collaborations avec des laboratoires extérieurs (ex. Versailles dans le cas des MOF) pour l'étude des matériaux par les outils avancés de haute technologie du LCS (METHO). Ce thème PCI contribue moins au rayonnement du laboratoire, du fait de sa forte dépendance des collaborations permettant de disposer des matériaux d'étude. L'intégration d'une nouvelle stratégie de préparation de matériaux originaux devrait infléchir cette tendance dans un futur proche.

Le thème Méthodologie (METHO) rassemble l'expertise du LCS dans le développement des méthodologies et des techniques spectroscopiques infrarouge in situ et operando. Dans ce domaine, ces développements sont remarquables car l'expérience et les compétences s'étendent de la conception et la réalisation de cellules de mesure (prototypes en constante évolution), à la mise au point de méthodes permettant un suivi ultra-rapide et une analyse par techniques couplées (ex. gravimétrie et spectroscopie infrarouge, AGIR) en passant par la mise en œuvre de bâtis opérationnels. Cet ensemble unique et remarquable fait du LCS un acteur international incontournable dans le domaine de la spectroscopie IR pour l'étude operando de l'acte catalytique. Plus récemment cette expertise a été étendue à d'autres spectroscopies, RMN notamment. Cependant, cette dernière approche apparaît moins affirmée tout en complétant cependant l'arsenal des techniques applicables à l'avancement de la connaissance de l'acte catalytique. L'ensemble des avancées scientifiques et technologiques du thème 'METHO' est à la base de nombreux projets finalisés portés par les autres thèmes du laboratoire. Il est à noter aussi l'effort récent accompli dans l'utilisation des outils chimométriques pour analyser l'ensemble des données spectroscopiques.

Le seul personnel non-publiant est un nouvel arrivant au LCS, dont le grand mérite est de l'avoir remotivé pour être dorénavant actif en recherche.

Les personnels du LCS sont présents par des communications orales dans les congrès internationaux (81). Ils ont été invités à présenter 19 conférences plénières et keynotes dans de tels congrès.

Le nombre de thèses soutenues, ainsi que de doctorants présents, est de 0,8 par E+EC environ, un nombre normal pour la communauté de catalyse. Il en est de même pour le nombre de HDR soutenues (4) par rapport au potentiel en personnel existant.

Les relations contractuelles sont très développées auprès de l'ANR (7), de l'Europe (2), d'autres agences et EPIC (4), des collectivités locales et des industriels (22 contrats). Ces relations génèrent 1,3 M€ de recettes, soit 43% environ du budget consolidé, ce qui est remarquable pour une UMR.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'unité de recherche dans son environnement :**

Le LCS a une image et une lisibilité excellentes comme laboratoire de catalyse en France. Cette image est au plus haut niveau international en spectroscopie infrarouge operando.



Le LCS a su attirer et intégrer deux chercheurs de haut niveau, qui donneront probablement plus d'ampleur à la conception et l'élaboration de matériaux nanostructurés et à porosité contrôlée.

Bien que de nombreux personnels (8) aient été invités à délivrer des conférences (19 internationales et 4 nationales), il est regrettable que la qualité scientifique du laboratoire ne soit pas suffisamment reconnue par des conférences invitées (keynotes, plénières) dans les grands congrès internationaux.

Le LCS organise un workshop de grande renommée sur les spectroscopies operando : "SpectroCat". Il convient aussi de noter que deux permanents du LCS sont présents dans 3 comités éditoriaux de journaux de catalyse.

Les collaborations nationales et internationales sont intenses, avec en particulier la création d'un LEA avec Leuven, une relation étroite avec Utrecht, et une en discussion avec Pacific Northwest National Laboratory à Richland. De plus le LCS vient de déposer avec le CORIA de Rouen (INSA) une fédération de recherche sur l'énergie, les carburants la combustion et la dépollution automobile (EPE). Enfin, le LCS est partenaire du LabEx de Caen sur les matériaux et l'énergie (EMC3).

Le LCS est très présent dans le partenariat socio-économique et auprès des pôles de compétitivité, avec MOV'EO en particulier. Son image et son rôle en région apparaissent déterminants, et il est accompagné par le très fort soutien des collectivités territoriales. Le partenariat avec les entreprises génèrent 375 k€/an de recettes (13% du budget consolidé ce qui est très conséquent, et débouche sur un nombre non négligeable de dépôt de brevets (5 brevets prioritaires). Afin de professionnaliser la relation de prestation de service avec les PME en particulier, le LCS a créé une cellule de valorisation autonome financièrement. Cette démarche originale semble n'affecter en rien la recherche amont et collaborative.

- **Appréciation sur la gouvernance et la vie de l'unité:**

La gouvernance actuelle du LCS est collégiale avec le CODIR et une structure matricielle opération/thèmes de recherche. Cette organisation est bien vécue de l'intérieur et permet certainement une fertilisation croisée entre les projets et les compétences. Cependant, par certains aspects, cette gouvernance est moins lisible de l'extérieur, et ne permet pas de définir ou d'identifier avec clarté une stratégie de recherche, comme reflété par une lecture assez difficile du projet du laboratoire. Le comité d'experts suggère donc la présence d'une ou deux personne(s) "représentant" chaque thème et chargée(s) de son animation scientifique. Ceci devrait permettre : i) une meilleure lisibilité et un interfaçage plus efficace vis-à-vis de la communauté scientifique extérieure, et ii) de favoriser l'affichage d'une stratégie de recherche.

Les sujets en émergence et/ou à risques sont financés sur une part de mutualisation des moyens sur contrat.

Comme dans la majorité des laboratoires de qualité, le recrutement des personnels de recherche et d'enseignement a une très forte composante extérieure à Caen.

Les personnels sont très impliqués dans l'enseignement (y compris les CNRS), ainsi que dans des missions d'intérêt collectif auprès des tutelles.

La formation des personnels est bien prise en compte par la direction. Le service d'hygiène et sécurité sont très bien structurées, et on note la mise en place de la démarche qualité.

Le comité appelle la direction à plus de vigilance afin que la durée des thèses n'excède pas les 3 ans et que des subsides soient recherchés à titre très exceptionnel lorsque ce n'est pas le cas.

Le comité enregistre que le Directeur sera remplacé dans ses missions et prérogatives par le Directeur-adjoint, dont le statut sera à régulariser rapidement, pour une durée de 6 mois à compter de la mi-février, le directeur étant chargé d'une mission d'intérêt général en Chine. Le conseil de laboratoire s'interrogeant sur la continuité de direction, le comité souligne la nécessité et l'importance d'une bonne communication afin d'éviter ce genre d'interrogation.

Le candidat à la direction du laboratoire pour la future contractualisation à partir de 2011 est parfaitement accepté par le conseil de laboratoire, et a toute la confiance du comité de visite



- **Appréciation sur la stratégie et le projet :**

Il ressort des présentations que tout semble réuni au LCS pour mettre en œuvre un projet de très haute qualité scientifique :

- La nature quasi-unique au monde de leur compétence en spectroscopie IR operando ;
- La pertinence des projets de recherche envisagés au regard des grands enjeux scientifiques et de R&D ;
- La grande expertise et la complémentarité des compétences des personnels ;
- Le renforcement de l'expertise dans la conception et l'élaboration des matériaux poreux ;
- La qualité des infrastructures, et des équipements de très haute technologie ;
- Le foisonnement des collaborations nationales et internationales, existantes ou en préparation ;
- Une bonne animation scientifique planifiée ;
- Le niveau élevé des ressources contractuelles sur appel d'offre, auprès des industriels, et le soutien constant des tutelles et collectivités territoriales ;
- La présence dans les pôles de compétitivité.
- Toutefois, le comité regrette que la présentation choisie pour le projet au niveau de l'unité n'ait pas permis de dégager clairement :
 - Les grands axes stratégiques du laboratoire sur la recherche à entreprendre et du pilotage amont de celle-ci ;
 - La complémentarité inter-thèmes.
 - Remarques sur le projet des thèmes.

Dans le thème EDD, le projet proposé conforte les axes en cours et ouvre sur des nouveaux axes tels la catalyse Fischer-Tropsch, la chimie de la biomasse, de nouvelles activations catalytiques (plasma, bombardement ionique, microonde, etc...). Il conviendra néanmoins de bien évaluer l'impact de ces nouvelles ouvertures sur la disponibilité des ressources (financières et humaines) et de gérer le risque d'une trop grande dispersion.

Dans le thème PCI, la nouvelle orientation vers la synthèse des matériaux poreux permettra au laboratoire de développer en interne des matériaux originaux pour les applications en catalyse, capteurs, chimie verte. Ce développement devrait permettre au thème MPCl d'être moins dépendant de l'extérieur et d'améliorer ainsi en interne sa lisibilité et son rayonnement.

Le thème METHO, pilier du laboratoire, ne peut qu'être encouragé dans la poursuite de ses développements créatifs et originaux qu'il pourrait étendre à d'autres techniques spectroscopiques.

Intitulé UR / équipe	C1	C2	C3	C4	Note globale
Laboratoire de Catalyse et Spectrochimie (LCS)	A+	A+	A	A	A+

C1 Qualité scientifique et production

C2 Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement

C3 Gouvernance et vie du laboratoire

C4 Stratégie et projet scientifique



Statistiques de notes globales par domaines scientifiques
(État au 06/05/2011)

Sciences et Technologies

Note globale	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	Total
A+	6	9	12	8	12	11	58
A	11	17	7	19	11	20	85
B	5	5	4	10	17	8	49
C	2	1	2				5
Total	24	32	25	37	40	39	197
A+	25,0%	28,1%	48,0%	21,6%	30,0%	28,2%	29,4%
A	45,8%	53,1%	28,0%	51,4%	27,5%	51,3%	43,1%
B	20,8%	15,6%	16,0%	27,0%	42,5%	20,5%	24,9%
C	8,3%	3,1%	8,0%				2,5%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Intitulés des domaines scientifiques

Sciences et Technologies

ST1 Mathématiques

ST2 Physique

ST3 Sciences de la terre et de l'univers

ST4 Chimie

ST5 Sciences pour l'ingénieur

ST6 Sciences et technologies de l'information et de la communication

Caen le 11 avril 2011.

Nos réf. DG/BM.11024

Monsieur le Directeur,

Je vous remercie pour l'envoi du rapport du comité de visite concernant le Laboratoire de Catalyse et Spectrochimie (LCS, UMR 6506) rattaché à mon établissement. A mes remerciements j'associe ceux des établissements et organismes avec lesquels nous partageons la tutelle de ce laboratoire.

J'associe également mes remerciements à ceux que la Direction et les personnels du LCS tiennent à adresser aux membres du comité pour l'ensemble du travail réalisé et pour la qualité des échanges qui ont eu lieu lors de la visite.

Nous nous réjouissons de l'évaluation très positive du comité qui, avec l'acceptation du laboratoire d'excellence EMC3, constituent d'excellents augures pour l'avenir du LCS.

Je vous prie de croire, Monsieur le Directeur, à l'expression de toute ma considération.



Dominique Goutte

Directeur Général

Monsieur Pierre Glorieux

Directeur de la section des unités de l'AERES

20 rue de Vivienne

75002 Paris

