HAL
open science

LC3B - Laboratoire de conception de capteurs chimiques et biologiques

Rapport Hcéres

To cite this version:

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. LC3B - Laboratoire de conception de capteurs chimiques et biologiques. 2010, Conservatoire national des arts et métiers - CNAM. hceres-02032373

HAL Id: hceres-02032373

https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02032373

Submitted on 20 Feb 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

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 Conception de Capteurs Chimiques et Biologiques – EA 4131

sous tutelle des établissements et organismes :

Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris

Juillet 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 Conception de Capteurs Chimiques et Biologiques – EA 4131

sous tutelle des établissements et organismes :

Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris

Le Président de l'AERES	Section des unités de recherche
	Le Directeur
Jean-François Dhainaut	**Pierre Glorieux**

Juillet 2010

Unité

Nom de l'unité : Laboratoire de Conception de Capteurs Chimiques et Biologiques

Label demandé : EA

N° si renouvellement : 4131

Nom du directeur : Mme Christine PERNELLE

Membres du comité d'experts

Président :

M. Alain WALCARIUS, Université de Nancy

Expert :

M. Hugues BRISSET, Centre Interdisciplinaire de Nanoscience de Marseille

Expert proposé par le CNU :

Mme Valérie PICHON (CNU)

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 :

M. Ali SAIB, représentant la Direction Scientifique du CNAM

M. Antoine BEVORT, représentant la Commission de la Recherche du CNAM

Rapport

1 • Introduction

- Date et déroulement de la visite (5 lignes) :

La visite s'est déroulée le 16 mars 2010 au sein de l'EA 4131 dans les batiments du CNAM Paris. Elle a débuté par un échange avec les tutelles, suivi d'un exposé de la Direction, à huis-clos. Le comité a ensuite rencontré les acteurs de la recherche dans le cadre de deux exposés scientifiques et d'une visite de laboratoire. La visite s'est poursuivie par des discussions avec les membres de l'équipe en absence de la Direction. Le comité a ensuite travaillé à huis-clos.

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

L'EA 4131 est une jeune équipe (créée en 2003) qui s'est progressivement structurée en centrant ses activités dans le domaine des capteurs chimiques et biologiques. Elle présente un caractère interdisciplinaire dont les composantes (chimie et physique) sont implantées sur deux sites géographiques distincts au sein du CNAM Paris. Les objectifs affichés concernent la conception, le développement et la réalisation de capteurs à lecture directe et en temps réel, impliquant notamment la synthèse de systèmes de reconnaissance à base de polymères conducteurs à empreintes moléculaires et couches auto-assemblées pré-arrangées ainsi que le développement de transducteurs dédiés (principalement électrochimiques et gravimétriques).

- Equipe de Direction :

Une directrice : Mme Christine PERNELLE

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

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs	5	6
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC	-	-
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs	1	-
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires	7	6
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires	-	-
N6 : Nombre de doctorants	3	2
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	2	2

2 • Appréciation sur l'unité

• Avis global:

Le Laboratoire de Conception de Capteurs Chimiques et Biologiques (LC3B) résulte d'une création récente (2003) au sein du CNAM Paris. Au cours du précédent contrat quadriennal, il s'est trouvé en mutation relativement importante avec le départ de plusieurs membres et le renouvellement/recrutement de nouveaux personnels avec l'appui du CNAM. Ceci a permis à la direction de mettre progressivement en place une équipe à caractère interdisciplinaire rassemblant des compétences complémentaires, en chimie et en physique, nécessaires au développement d'un projet de recherche dans le domaine des capteurs. Il s'agit d'un domaine d'intérêt industriel et fortement compétitif dans lequel de nombreuses équipes françaises et étrangères sont impliquées.

Concernant le bilan, la production scientifique en quantité et en qualité est jugée trop moyenne, même si une amélioration semble apparaître au cours des deux dernières années. L'absence de conférence invitée internationale et le peu de participation à des congrès à l'étranger traduisent le manque d'impact international de cette équipe. Le nombre trop limité des partenariats et le manque de recherche de financements fragilisent à terme le bon fonctionnement de l'équipe, et en particulier l'intégration récente de jeunes enseignants-chercheurs dynamiques.

L'équipe est très impliquée dans la formation et les deux professeurs sont responsables nationaux de diplômes et de certificats de compétence. Le nombre de doctorants reste faible.

Le projet manque d'ambition, ressemblant plus à une consolidation d'activités existantes qu'à de réels objectifs stratégiques dans un domaine hautement compétitif au niveau national et international.

• Points forts et opportunités :

- Efforts de structuration en accord avec le projet
- Implication forte dans la formation
- Présence de jeunes acteurs en devenir
- Interdisciplinarité (chimie – physique)
- Volonté de la direction et des membres de l'équipe de mener une activité de recherche

• Points à améliorer et risques :

- Production scientifique à améliorer tant du point de vue quantitatif que qualitatif
- Participation à des manifestations (conférences, écoles d'été …) à l'étranger de manière à acquérir les bases nécessaires à un rayonnement international
- Recherche de sources de financement (industriel, ANR ou autres)
- Le soutien aux jeunes acteurs en devenir et les actions d'ouverture semblent revêtir un caractère primordial pour éviter les risques de sclérose des activités de recherche
- Projet peu ambitieux et flou (cibles privilégiées ? pertinence des approches ? priorités en relation avec la demande actuelle ?)
- Difficultés à se situer dans un contexte compétitif

- Recommandations au directeur de l'unité :

La directrice d'Unité a fait des efforts importants de structuration et de recentrage des activités, en particulier dans le cadre de mouvements de personnels. Les débuts sont encourageants mais il conviendra maintenant de générer les conditions optimales permettant notamment aux jeunes entrants de s'épanouir au mieux dans une équipe qui doit encore se positionner dans un contexte compétitif, qui doit conforter sa reconnaissance nationale, et qui doit afficher une ambition lui permettant d'acquérir progressivement un rayonnement plus large.

Le projet est insuffisamment construit à ce stade. Il conviendra de définir une politique scientifique visant, d'une part à développer en priorité les aspects les plus novateurs et pertinents avec un réel effort de valorisation des résultats dans un domaine où les retombées en termes d'applications sont attendues, et d'autre part à accroître la production scientifique en visant des revues à plus fort impact que par le passé.

Le faible nombre de doctorants est un point qu'il faudra veiller à corriger par la participation à des projets ANR ou/et en exploitant les relations industrielles fortes que semblent posséder certains membres de l'équipe.

Le comité recommande également à cette équipe de s'impliquer davantage dans la recherche de financement (qui constitue d'ailleurs un objectif affiché par l'équipe elle-même) et de participer plus fréquemment à des manifestations internationales.

- Données de production :

A1 : Nombre de produisants parmi les chercheurs et enseignants chercheurs référencés en N1 et N2 dans la colonne projet	5
A2 : Nombre de produisants parmi les autres personnels référencés en N3, N4 et N5 dans la colonne projet	2
A3 : Taux de produisants de l'unité [A1/(N1+N2)]	5/6
Nombre d'HDR soutenues	0
Nombre de thèses soutenues	2
Autre donnée pertinente pour le domaine (à préciser…)	

3 • Appréciations détaillées :

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

L'équipe comprend 12 permanents, deux professeurs, quatre maîtres de conférences, un ingénieur de recherche, deux ingénieurs d'étude, un assistant ingénieur et deux techniciens. Il y a actuellement 2,5 non-permanents, un doctorant temps plein et une co-tutelle plus une ATER, ce qui semble assez représentatif de la période examinée (2 thèses soutenues + 1 co-tutelle/4 ans).

L'activité de recherche de l'équipe est centrée sur la préparation et la caractérisation de couches sensibles à reconnaissance moléculaire (principalement des polymères conducteurs à empreintes moléculaires et des couches auto-assemblées) et leur intégration au sein de dispositifs « capteurs et biocapteurs » sur base de transducteurs électrochimiques ou gravimétriques. Les cibles visées sont variées : oligonucléotides, anticorps-antigènes, métaux lourds, pesticides. Les recherches s'incrivent dans des thématiques très largement développées aux niveaux national et international. Dans ce contexte très compétitif, les choix classiques des cibles et techniques de détection s'avèrent relativement pénalisant sur l'originalité des résultats et par conséquent sur leurs impacts.

Sur la période examinée, les permanents de l'équipe ont co-signé 30 articles dont 16 concernent directement les activités de l'équipe (14 proviennent d'activités antérieures des 2 jeunes entrants). Cette production apparaissant dans des journaux à impact moyen/bon représente cependant moins de 1 publication/an/chercheur. A cela s'ajoutent 4 contributions à des ouvrages, 8 actes et 1 brevet. Cette production apparaît limitée par rapport à ce que l'on pourrait attendre d'une équipe de cette taille. Deux thèses ont été soutenues en 2009 et une autre est prévue courant 2010. Les membres de l'équipe n'ont pas bénéficié de conférences invitées dans des congrès internationaux (seules 2 conférences et 2 séminaires invités au plan national) et ont assez peu communiqué dans des congrès à l'étranger (3 communications orales et 4 affiches). Leur présence au niveau national est plus marquée (11 communications orales et 10 affiches). La diffusion de la culture scientifique fait partie intégrante de leur activité. Les activités de recherche de l'équipe sont peu supportées par des contrats industriels. L'équipe ne bénéficie à ce jour d'aucun contrat sur programme incitatif (un membre de l'équipe est coordinateur d'un contrat ANR portant sur un projet hors des activités classiques de l'EA), et n'est pas partenaire de réseaux internationaux ou nationaux. L'équipe a obtenu des crédits BQR alloués par le CNAM.

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

Le manque de rayonnement de l'équipe (en particulier à l'international) et l'absence de financements externes significatifs fragilisent son positionnement et contribuent à freiner le développement optimal des activités de recherche et toute forme de politique scientifique incitatrice. Les données mentionnées ci-dessus appellent à un regain de dynamisme et d'ambitions dans un contexte compétitif. La capacité à recruter des éléments de haut niveau, en particulier étrangers, et à répondre à des appels d'offre passera par là.

Les résultats des recherches ont d'ores et déjà été valorisés par un brevet ; ils pourraient sans doute l'être davantage dans un domaine (capteurs) où les concepts sont multiples mais où les applications tardent à se mettre en place malgré une demande sociétale marquée.

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

La structuration et l'organisation de l'unité apparaissent comme des points forts acquis grâce aux efforts constants de la direction et au soutien de l'ensemble des membres de l'équipe. Il existe une vraie logique dans l'organisation associée à un recrutement cohérent. Les relations complémentaires entre chimistes et physiciens sont réelles et inscrites dans une dynamique positive en regard des actions en cours. Il reste cependant encore beaucoup de travail à accomplir pour faire émerger l'équipe et la positionner durablement dans un cadre scientifique solide et bien construit.

Les rencontres avec les personnels ont révélé un bon fonctionnement de l'unité. Tous les enseignants-chercheurs sont très impliqués dans la formation dont certains aspects liés au fonctionnement du CNAM (ex : formation à distance) sont vécus comme un frein à l'efficacité des opérations de recherche. La composante ITRF de l'équipe comprend six personnels, dont les tâches sont directement associées aux activités de l'équipe. Certains participent à des publications et à des communications. A ce jour 50% des personnels ITRF sont âgés de plus de 60 ans, situation préoccupante qui pose à terme le problème de leur remplacement.

- Appréciation sur le projet :

Les objectifs affichés s'appuient sur des compétences complémentaires présentes au sein de l'équipe mais le projet ressemble trop aux thèmes existants et n'est pas suffisamment construit à ce stade. Les axes d'étude présentés sont dans la continuité d'actions en cours qui n'apparaissent pas véritablement en rupture dans un contexte compétitif. Le projet manque de ce fait d'ambition, d'originalité et de prise de risque. L'équipe possède un potentiel indéniable mais le caractère novateur des deux axes (préparation de systèmes polymériques à mémoire moléculaire et développement de transducteurs dédiés et de l'électronique associée) pour des applications capteurs est peu convaincant et les cibles visées restent floues. Il conviendrait de mieux appréhender le contexte international et de définir les objectifs les plus pertinents en prenant mieux en compte l'état de l'art de manière à pouvoir construire un projet solide qui permettrait à l'équipe d'émerger dans leur domaine d'intérêt. La recherche de moyens passera également par là. Le pari des polymères conducteurs à empreintes moléculaires pourrait s'avérer gagnant si l'on pouvait démontrer leurs avantages réels pour le développement de capteurs par rapport aux dispositifs existants.

Laboratoire de conception de capteurs chimiques et biologiques (LC3B)

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

CONSERVATOIRE
NATIONAL
DES ARTS
ET MÉTIERS

DIRECTION DE LA
RECHERCHE

Paris, le 2 avril 2010

Le Directeur de la Recherche

à

Monsieur Pierre Glorieux
Directeur de la section des unités de recherche
Agence d'Evaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur
20 rue Vivienne
75002 PARIS

Réf : DR/2010-036

Monsieur le Directeur,

Je vous remercie pour l'envoi du rapport du comité de visite concernant l'unité de recherche « Laboratoire de Conception de Capteurs Chimiques et Biologiques » (EA 4131).

Vous trouverez ci-joint un document relatant les observations faites à ce sujet.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de toute ma considération.

Ali Saïb
Directeur de la Recherche
Cnam
292 rue Saint-Martin
75141 PARIS CEDEX 03

292, RUE
SAINT-MARTIN
75141 PARIS
CEDEX 03

TÉLÉPHONE
01 40 27 27 82
TÉLÉCOPIE
01 40 27 27 19

Monsieur le Président,

Les membres de l'EA 4131 "Laboratoire de Conception de Capteurs Chimiques et Biologiques" remercient le Comité d'Experts d'avoir évalué leur activité de recherche lors de la visite du 16 mars 2010.

Nous avons pris connaissance du rapport d'évaluation et nous en avons analysé les différentes propositions et recommandations. Nous notons avec plaisir que le Comité a souligné nos efforts de restructuration et de recentrage, répondant au départ et au renouvellement de plusieurs membres de l'équipe, ainsi que la volonté collective de mener à bien une activité de recherche interdisciplinaire (Chimie – Physique).

L'équipe résultant d'une création récente, nous n'avons probablement pas le recul nécessaire sur la démarche à suivre dans la présentation de nos thématiques de recherche et de nos projets à court, moyen et long terme. A ce titre, nous voudrions formuler quelques remarques générales liées aux recommandations des experts, et apporter quelques éclaircissements sur des points particuliers :

1) Le rapport mentionne (page 6) "*les choix classiques des cibles et techniques de détection s'avèrent relativement pénalisant sur l'originalité des résultats et par conséquent sur leurs impacts*".

Pour rappel, les différents capteurs ont été intégralement conçus et développés au sein de l'équipe. Recourir à des cibles classiques (citées dans la littérature), un choix délibéré, était alors indispensable afin de les valider et tester leur potentiel avant d'envisager leur utilisation dans des applications nouvelles. A cet effet et après validation, nous nous sommes orientés vers de nouvelles applications, telle que l'étude de la complémentarité d'analogues d'ADN (pour une visée thérapeutique anti-cancer) avec des brins naturels. Ce travail, impliquant des analogues d'oligonucléotides, de surcroit avec un faible nombre de bases (tétramères) n'a à notre connaissance jamais été testé. Une partie de ce travail a déjà été présentée lors du 15th European Carbohydrate Symposium Congrès International[1] (Lucas, R., Vergnaud, J., Zerrouki, R., Krausz, P., Zerrouki, C., Fourati, N., Fougnion, J.M., Oligonucleotide analogues synthesis - « Click generated » DNA Hybridization monitored by SAW sensor, 15th European Carbohydrate Symposium, Vienne, Autriche, 19-24 juillet 2009). L'ensemble de ce travail qui

[1] Il s'agit d'ailleurs d'une communication que nous avions omis de mentionner dans le rapport.

sera présenté dans le congrès Biosensors 2010 (Glasgow 26-28 mai 2010), fait l'objet d'un article que nous avons soumis au journal *Biosensors and Bioelectronics*.

Concernant les couches sensibles, l'équipe s'est essentiellement positionnée dans le domaine des polymères conducteurs, domaine hautement compétitif sur le plan national et international. Néanmoins, l'approche adoptée par l'équipe diverge de celle classiquement utilisée puisque les polymères conducteurs que nous développons sont dédiés à la reconnaissance spécifique et à la quantification directe, sans marquage, de tous types de molécules, indépendamment de leur propriété redox (brevet). D'autre part, l'équipe souhaite se positionner en amont sur la compréhension des phénomènes intervenants dans le développement des polymères à empreintes moléculaires classiques, afin d'identifier tous les verrous dans ce domaine et pouvoir adapter à façon ses polymères conducteurs aux cibles d'intérêt.

2) Dans ce même paragraphe il est indiqué *"Cette production apparaît limitée par rapport à ce que l'on pourrait attendre d'une équipe de cette taille"*

Une période plus ou moins longue pour la conception, lorsqu'on s'engage dans le développement et la réalisation de capteurs chimiques et biologiques, est toujours nécessaire. Nous avons toutefois tenu pendant cette période, à présenter aussi fréquemment que possible l'avancée des travaux de l'équipe (cf. références des Congrès).

D'autre part, le positionnement de l'équipe sur les polymères conducteurs à mémoire de forme appliqués à la détection et la quantification de petites molécules, via la réalisation d'un brevet, a contribué à retarder la valorisation des résultats obtenus en termes de publications.

Nous sommes conscients qu'un des points à améliorer concerne la production scientifique, même si cette amélioration a déjà été amorcée il y a deux ans, comme l'ont souligné les membres du comité d'évaluation.

3) Contrairement à ce qui est mentionné (toujours page 6) "*l'équipe n'est pas partenaire de réseaux internationaux ou nationaux*", l'EA4131 est membre du groupe CMC2, du GDR ondes et du GDR µfluidique. Elle est également membre du pôle de compétitivité en biologie EuroBioMed (via C. PERNELLE) et de l'URSI (via C. ZERROUKI).

4) Le rapport mentionne (page 7) "*les objectifs affichés s'appuient sur des compétences complémentaires présentes au sein de l'équipe mais le projet ressemble trop aux thèmes existants et n'est pas suffisamment construit à ce stade. Les axes d'étude présentés sont dans la continuité d'actions en cours qui n'apparaissent pas véritablement en rupture dans un contexte compétitif. Le projet manque de ce fait d'ambition, d'originalité et de prise de risque*".

Pour le moment, une grande partie de la thématique de recherche de l'équipe est centrée sur le développement de capteurs « label-free », miniaturisables, multiparamétriques et si possible jetables. Il est donc indéniable que cela passe par une capitalisation des acquis et que les projets de recherche, du moins à court et moyen terme, se fasse dans la continuité.

Comme précisé précédemment, l'équipe souhaite aussi se positionner en amont sur certains aspects du développement de capteurs chimiques et biologiques, afin d'identifier tous les verrous dans ce domaine.

Le couplage des deux aspects gravimétrique et électrochimique constitue indéniablement une approche prometteuse à double titre :

- une meilleure reconnaissance d'espèces de manière redondante ou complémentaire
- une optimisation des transducteurs gravimétriques par une synthèse directe d'une couche guide d'onde.

Ce dernier point, novateur, permettra à l'équipe de mener une étude complète sur l'optimisation d'une telle couche, d'autant plus que les travaux de la littérature à ce sujet ne sont pas tous concordants. Il permettra également de nous affranchir des contraintes liées à une fabrication en salle blanche.

L'équipe cherche désormais à mettre à profit certaines de ses compétences non encore exploitées (radiolyse, biotechnologies et bioanalyse) dans le développement de nouveaux projets de recherche.