

HCERES

Haut conseil de l'évaluation de la recherche
et de l'enseignement supérieur

Entités de recherche

Évaluation du HCERES sur l'unité :

Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne

ICB

sous tutelle des
établissements et organismes :

Université de Bourgogne – UB

Université Technologique de Belfort-Montbéliard –
UTBM

Centre National de la Recherche Scientifique – CNRS

Campagne d'évaluation 2015-2016 (Vague B)

HCERES

Haut conseil de l'évaluation de la recherche
et de l'enseignement supérieur

Entités de recherche

Pour le HCERES,¹

Michel COSNARD, président

Au nom du comité d'experts,²

Philippe LALANNE, président du comité

En vertu du décret n°2014-1365 du 14 novembre 2014,

¹ Le président du HCERES "contresigne les rapports d'évaluation établis par les comités d'experts et signés par leur président." (Article 8, alinéa 5)

² Les rapports d'évaluation "sont signés par le président du comité". (Article 11, alinéa 2)

Rapport d'évaluation

Ce rapport est le résultat de l'évaluation du comité d'experts dont la composition est précisée ci-dessous.

Les appréciations qu'il contient sont l'expression de la délibération indépendante et collégiale de ce comité.

Nom de l'unité :	Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne
Acronyme de l'unité :	ICB
Label demandé :	UMR
N° actuel :	UMR 6303
Nom du directeur (2015-2016) :	M. Alain DEREUX
Nom du porteur de projet (2017-2021) :	M. Alain DEREUX

Membres du comité d'experts

Président :	M. Philippe LALANNE, Institut d'Optique d'Aquitaine
Vice-Président :	M. Constantin VAHLAS, Centre Inter-universitaire de Recherche et d'Ingénierie des Matériaux
Experts :	M ^{me} Isabelle BOUCHOULE, Laboratoire Charles Fabry M ^{me} Valérie BRIOIS, Synchrotron Soleil M. Olivier DALVERNY, Laboratoire Génie de Production M ^{me} Marie-Hélène DELVILLE, Institut de la Chimie de la Matière Condensée de Bordeaux M. Marc DOUAY, Laboratoire de Physique des Lasers, Atomes et Molécules (représentant du CNU) M. Olivier DULIEU, Laboratoire Aimé Cotton M. Éric FREYSZ, Laboratoire Ondes et Matière d'Aquitaine M. Pierre GILLIOT, Institut de Physique et Chimie des Matériaux de Strasbourg M. Philippe MARCUS, Institut de Recherche de Chimie Paris M ^{me} Martine MEIRELES-MASBERNAT, Laboratoire de Génie Chimique
Délégué scientifique représentant du HCERES :	M. Serge BOUFFARD

Représentants des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M. Alain BONNIN, Université de Bourgogne

M^{me} Astrid LAMBRECHT, CNRS

M^{me} Marie-Claire PRADIER, CNRS Institut de Chimie

M. Emmanuel RANC, Université de Bourgogne

M^{me} Pascale ROUBIN, CNRS

Représentants des Écoles Doctorales :

M. Hans-Rudolf JAUSLIN, ED n°553 « Carnot - Pasteur »

M. Philippe LUTZ, ED n°37 « Sciences pour l'ingénieur et microtechniques »

1 • Introduction

Historique et localisation géographique de l'unité

Le laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne (ICB) résulte de la fusion le 1^{er} janvier 2007 de trois unités : deux UMR-CNRS (Unités Mixtes de Recherche CNRS-Université de Bourgogne) localisées sur le Campus de la Faculté des Sciences de Dijon, le Laboratoire de Physique de l'Université de Bourgogne et le Laboratoire de Recherche sur la Réactivité des Solides, et d'une équipe d'accueil universitaire de taille plus modeste localisée au Creusot rassemblant des personnels des IUT du Creusot, de Chalon.

Lors de son évaluation précédente en 2011, l'unité comprenait 100 chercheurs permanents, était structurée en 15 équipes réparties en trois départements de taille identique et était implantée sur trois sites.

Dans le projet actuel, l'unité est structurée en six départements qui présentent leurs résultats sous forme de projets thématiques ; elle comprendra, en 2017, 130 chercheurs permanents avec une légère majorité de physico-chimistes, et sera répartie sur quatre sites, Dijon, Le Creusot, Belfort, Chalon/Saône.

M. Alain DEREUX, professeur à l'Université de Bourgogne, assure la direction de l'unité depuis 2012. Il est assisté de deux directeurs adjoints, respectivement issus des communautés de physique et de chimie-physique.

Un comité de direction qui comprend le directeur, les responsables des départements, la responsable administrative, deux élus de chaque département et du département de support technique, se réunit chaque quinzaine.

Les instances réglementaires (conseil de laboratoire, comité hygiène et sécurité...) sont déjà mises en place et opérationnelles.

Nomenclature HCERES

ST2 Physique - ST4 Chimie - ST5 Sciences pour l'Ingénieur.

Domaine d'activité

L'ICB présente une large variété de thématiques et de types de recherche, allant du fondamental aux applications, du théorique à l'expérimental, des nanosciences à la métallurgie. L'ampleur de cette diversité peut être illustrée très simplement sur l'exemple des plateformes technologiques, qui comprennent entre autres une centrale de soudure laser (Le Creusot) et une centrale de nanofabrication (Dijon), toutes deux de premier plan.

Les domaines d'activité du laboratoire sont bien résumés par les titres des départements qui le composent :

- interaction et contrôle quantique (physique moléculaire, spectroscopie moléculaire) ;
- photonique (optique non-linéaire, plasmonique, nanophotonique, physique femtoseconde sous champ intense...) ;
- nanosciences (nanocapteurs, synthèse de nanoparticules pour les applications en biophysique et en biomédical, spectroscopie Raman exaltée de surface, modélisation de dynamique moléculaire) ;
- procédés-matériaux-durabilité-métallurgie (sciences des matériaux nanostructurés, métallurgie, corrosion, durabilité, frittage, traitements de surface) ;
- chimie-physique des interfaces (adsorption, croissance de cristaux, nouveaux ciments, électrochimie).

Dans sa configuration programmée en 2017, il est envisagé que deux équipes de l'UTBM soient rattachées à l'ICB ; une de ces équipes formera alors un sixième département localisé à Belfort, intitulé :

- conception-optimisation & modélisation en mécanique.

Effectifs de l'unité

Composition de l'unité	Nombre au 30/06/2015	Nombre au 01/01/2017
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	76	104
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	21	20
N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	41	45
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	9	
N5 : Autres chercheurs (DREM, post-doctorants, etc.)	17	
N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	11	
N7 : Doctorants	71	
TOTAL N1 à N7	246	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	72	

Bilan de l'unité	Période du 01/01/2010 au 30/06/2015
Thèses soutenues	125
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	64
Nombre d'HDR soutenues	10

2 • Appréciation sur l'unité

Avis global sur l'unité

L'ICB regroupe un peu plus de 300 personnes autour des nanosciences, la photonique, la chimie-physique des surfaces et les sciences et techniques des matériaux. Elle est localisée sur quatre sites en Bourgogne et Franche-Comté.

En 2017, l'unité accueillera une trentaine de chercheurs permanents et sera alors composée de 130 chercheurs et enseignants-chercheurs permanents.

L'ICB est très bien implanté dans son environnement local scientifique et industriel, INRA, INSERM, Equipex IMAPPI, Labex ACTION, SATT GE ..., très performant dans ses recherches de contrats et reçoit en conséquence un soutien solide de ses tutelles, CNRS et Université de Bourgogne.

L'ICB attire de nombreux doctorants, il possède un personnel permanent compétent comprenant quelques personnalités remarquables et des jeunes dynamiques. Il en résulte que pratiquement l'ensemble des départements atteint ou approche l'excellence, à travers soit une activité de recherche académique du plus haut niveau, soit une activité de recherche finalisée à fort impact sur le tissu industriel local et/ou national. Ce positionnement original qui s'appuie sur une politique d'équipement performante sous forme de plateformes technologiques permet un échange fructueux entre la science fondamentale et ses applications, en incitant d'un côté les équipes concentrées sur les travaux finalisés à développer des recherches académiques de meilleur calibre et d'un autre côté à s'intéresser aux applications des travaux exploratoires.

Ce positionnement pourrait être renforcé afin de faire naître davantage de projets interdisciplinaires novateurs, reposant sur la synergie entre physiciens, chimistes et même biochimistes, l'apport de compétences extérieures pourrait être une solution. Bien que de telles synergies existent déjà au sein du laboratoire, à ce stade de sa (re)structuration, l'ICB apparaît encore comme un laboratoire très dispersé thématiquement, comme en témoigne l'adjonction en 2016 d'un nouveau département localisé à Belfort qui ne semble pas avoir approfondi toutes ses opportunités d'intégration. Si la répartition du laboratoire sur différents sites géographiques profile l'ICB comme un acteur majeur de la recherche dans la nouvelle Région Bourgogne Franche-Comté, elle explique aussi en partie cette réserve de potentiel en termes de synergies internes.

Dans un contexte d'évolution rapide et nécessaire, le travail de gouvernance a été excellent. Il doit être poursuivi dans un objectif de l'excellence généralisée, tant pour les recherches exploratoires que finalisées et avec un esprit de cohésion et fédérateur.

Grâce à son attractivité et à l'excellence de ses travaux, l'ICB sera incontestablement un fleuron de la recherche dans la future grande région Bourgogne Franche-Comté.

Points forts et possibilités liées au contexte

- existence de thématiques produisant des résultats remarquables et d'un fort potentiel interdisciplinaire ;
- synergie entre départements à forte valeur ajoutée, déjà éprouvée ou potentielle ;
- forte visibilité de l'activité partenariale qui génère des ressources très importantes ;
- existence de plateformes opérationnelles de grande qualité et bénéficiant d'un personnel technique très compétent ;
- gouvernance dynamique, volontaire et pragmatique dans un contexte d'évolution rapide.

Points faibles et risques liés au contexte

- la grande variété des recherches menées sur plusieurs sites avec des objectifs différents caractérise l'ICB. Si celui-ci semble avoir trouvé un premier équilibre dans cette configuration, il lui reste de la marge pour exploiter cette caractéristique en avantage déterminant ;
- la taille du laboratoire et la variété des thématiques imposent que la politique scientifique soit nuancée pour chacun des départements qui le composent. Ceci rend difficile l'établissement d'une politique scientifique comprise de tous et fédératrice ;
- la taille du laboratoire et la présence d'un grand nombre de recherches en partenariat induisent une forte pression sur l'équipe de direction ainsi que sur le personnel technique et administratif, en particulier sur les services financier et informatique, qui doivent assumer les restructurations et parfois redéfinir les contours de leurs métiers.

Recommandations

Dans un contexte de restructuration et de croissance soutenue et nécessaire, mais difficile à mettre en œuvre, l'équipe de direction doit, tout en maintenant le cap, expliquer davantage les évolutions nécessaires, mieux appréhender les retombées sur les évolutions des métiers du personnel dans les équipes et les plateformes et introduire une méthode de mesure de la diffusion de l'information au sein des départements.

Des politiques scientifiques plus volontaristes doivent être mises en place pour fédérer les recherches autour des thèmes d'excellence et pour favoriser l'essor de nouvelles thématiques pluridisciplinaires faisant appel à des compétences transverses.

3 • Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'ICB regroupe une grande partie des recherches en sciences dures de l'Université de Bourgogne. Il est organisé en six départements. Il se caractérise par :

- une variété de domaines disciplinaires qui sont chacun le cœur de métier d'un département ;
- des types de recherche très variés, incluant des recherches fondamentales dont la vocation première est l'augmentation du savoir et des travaux finalisés effectués sur des équipements propres dans le cadre de contrats collaboratifs ou de service avec des entreprises ;
- une implantation pluri-sites sur plusieurs villes de la grande région Bourgogne Franche-Comté qui s'accroîtra avec l'intégration du groupe Mécanique Matériaux et Procédés de l'IRTES.

Devant cette diversité, les critères de pertinence et de qualité scientifiques à considérer diffèrent. Chaque département a une certaine notoriété, mais pas au même titre. Dans certains domaines comme l'optique non-linéaire, le contrôle cohérent des systèmes quantiques, l'interaction lumière – matière sous champ intense, la plasmonique, les propriétés physico-chimiques des surfaces, la physique des protéines, la réactivité des matériaux cimentaires, les nanosciences et la santé, l'ICB propose des recherches fondamentales originales, souvent en rupture, qui font référence à l'échelle internationale. Cependant d'autres domaines ont une originalité et un impact de leurs recherches moindres, leur portée présentant un caractère plutôt national. Ces travaux de recherche s'appuient presque systématiquement sur un partenariat industriel de qualité et procurent à l'ICB un fort rayonnement local et un volant financier confortable. Il serait cependant souhaitable qu'ils s'appuient davantage sur des travaux amont, pour rester pérennes.

La coexistence de recherche fondamentale de qualité et de recherche finalisée en prise directe avec un partenariat industriel conduit globalement à un environnement scientifique fertile et original. Elle permet aux différentes thématiques de diversifier leur champ d'investigation, donc de s'épanouir, notamment grâce aux plateformes technologiques qui, pour certaines, apportent un soutien naturel à la recherche fondamentale tout en offrant de réelles opportunités en valorisation partenariale.

La production scientifique de l'ICB est quantitativement très fournie et en progression (230 publications par an environ pour 97 chercheurs permanents (76 EC, 21 CNRS et 41 ITA), soit un peu plus de deux publications par an et par permanent). Cette production est accompagnée de publications dans des journaux scientifiques de renom ; on dénombre sept publications dans les revues associées à Nature, 8 NanoLett., 2 Proc.Natl.Acad.Sci., 2 J.Amer.Chem.Soc., 26 Phys.Rev.Lett., 8 Langmuir, 15 Electrochim. Acta... pour la période considérée, des chiffres en amélioration sensible par rapport au précédent contrat.

Le comité d'experts a beaucoup apprécié les succès de l'ICB dans sa recherche de financement (ERC, Europe, ANR, PIA...) ainsi que la quantité et la qualité des relations partenariales avec les industriels de la région, autour de la métallurgie et des matériaux. Ces relations, même si elles portent sur des sujets souvent traditionnels, sont encouragées par les voies de financement contractuelles de l'Université, de la région et par la participation du CEA-Valduc, et offrent des ressources importantes, dont pourrait probablement bénéficier la recherche amont.

Appréciation sur ce critère

L'ICB mène différents types de recherche, qui ont toutes un impact important, mais pas au même titre. La qualité et la portée de la production scientifique sont inégales. Tous les départements atteignent un très bon niveau, et parfois même excellent ou exceptionnel dans certains domaines.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

La diversité de l'impact des différents départements de l'ICB se retrouve dans la différence de leur engagement au niveau international. Plusieurs départements sont très actifs et visibles, et globalement l'ICB jouit d'une très forte visibilité à l'international. Il en résulte un nombre très important de communications invitées (~80 par an), des publications dans des revues de prestige, une participation fréquente à des comités scientifiques de conférences internationales, ainsi qu'à des contrats européens (10 sur la période, dont deux contrats de type ERC). Les publications sont souvent co-signées par des collègues étrangers et français.

Comme évidences supplémentaires du rayonnement international, mentionnons que :

- certains membres de l'ICB ont aussi une activité éditoriale (éditeur associé, membre de comité éditorial) dans des journaux de renom (Cement Wapno Beton, Optics Express, Frontiers, The Scientific World Journal), ou ont contribué en tant qu'éditeur invité à des numéros spéciaux dans Optical Fiber Technology, Electromagnetism ;
- sept membres de l'ICB ont été distingués par deux ERC « Consolidator grant », deux nominations de « Fellow » de sociétés savantes, une médaille d'Argent, et une autre de Bronze du CNRS ;
- l'ICB a accueilli en outre une cinquantaine de visiteurs étrangers pendant la durée du présent contrat.

Au niveau national, l'ICB a un fort tissu de collaborateurs et est impliqué dans de nombreux projets de l'ANR. Certains membres co-animent des GDR, participent aux instances d'évaluation, ou continuent à promouvoir la culture scientifique française (activité éditoriale pour les comptes rendus de l'Académie des Sciences).

Au niveau local, le rayonnement de l'ICB est exceptionnel ; ce point sera documenté dans l'appréciation du critère suivant.

204 doctorants ont été diplômés pendant la période considérée et le laboratoire comptait 71 doctorants au moment de l'évaluation. L'attractivité académique de l'ICB ne se dément pas.

Appréciation sur ce critère

Le rayonnement local (participation à l'activité R&D régionale, implication dans l'université), national (25 ANR pendant la période évaluée) et international (publications, collaborations diverses, contrats européens) de l'ICB est excellent.

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

L'interaction de l'ICB avec son environnement socio-économique et culturel est exceptionnelle, tant au niveau de Dijon et de ses environs immédiat que de la grande région Bourgogne - Franche-Comté. Elle se manifeste par la qualité et la pérennité du partenariat industriel (AREVA, création d'une chaire industrielle) et institutionnel (CEA-Valduc), ainsi que par une ouverture très importante vers les PME. L'ensemble des contrats de recherche et des prestations de service génèrent d'importantes ressources financières, ~1M€ par an, ce qui est exceptionnel en particulier pour un laboratoire INP. La stratégie du laboratoire qui envisage l'accroissement du transfert de savoir vers le monde socio-économique via un soutien accru de la SATT Grand Est/Welience devrait maintenir ou même accroître ces ressources. Enfin, mentionnons les activités du département Nanosciences orientées vers les applications au secteur santé, qui bénéficient d'une remarquable synergie locale avec le pôle Santé de l'Université de Bourgogne, l'unité U866 l'INSERM, le Centre George François Leclerc et le CHU.

L'ensemble des travaux a donné lieu à 17 brevets déposés pendant la période évaluée, 8 pour le département Photonique, 7 pour Interface et 2 pour PMDM. Notons qu'un volant de six brevets a permis de convaincre différents fonds d'investissement pour aider au développement de la start-up I-TEN en vue de fabriquer une nouvelle génération de micro-batteries Li-ion tout solide.

Il faut remarquer le rôle très important joué jusqu'à présent par la Région Bourgogne pour l'équipement du laboratoire. L'ICB est attentif à la nette diminution récente du budget alloué à la recherche fondamentale par le Conseil Régional qui pourrait durablement affecter sa politique de grands équipements. Cette diminution qui est problématique aujourd'hui pourrait avoir des conséquences importantes à long terme. Face à ce danger, l'ICB est particulièrement dynamique. Ses membres prennent des responsabilités importantes dans pratiquement tous les grands projets régionaux. A titre d'exemple, l'ICB participe à la définition de la stratégie régionale de l'innovation pour une spécialisation intelligente (RIS3), il joue un rôle moteur dans le montage du projet d'investissement d'avenir I-SITE BFC qui est présélectionné, et il est un des laboratoires clés du LABEX ACTION coordonné par FEMTO-ST à Besançon.

Globalement, l'ICB joue parfaitement son rôle d'ambassadeur de la science dure pour le grand public dijonnais et des villes proches, et cela de manière récurrente à l'occasion de la Fête de la Science en collaboration avec les organismes locaux de diffusion de la culture, ou de façon plus contextuelle à l'occasion de l'année de la lumière en 2015. Il assume aussi son rôle de promotion de la science et la recherche dans les écoles et les lycées (conférences, visites de labo, interviews, vidéo YouTube ...).

L'ICB est également très actif dans la construction de l'Université Fédérale de Recherche de Bourgogne Franche-Comté, aidée en cela par son implantation multi-sites.

Appréciation sur ce critère

L'interaction avec l'environnement social, économique et culturel est excellente. L'ICB est particulièrement bien positionné pour influencer les évolutions de la politique régionale en R&D.

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

Le comité d'experts a apprécié la mise en place et le bon fonctionnement de tout un ensemble de mesures et de structures liées à la logistique et à l'animation de l'ICB, comme le comité hygiène et sécurité (dont le budget a augmenté significativement au cours du quinquennal), le « conseil scientifique » élu par les personnels permanents, le comité pour l'attribution des contrats doctoraux, la zone à régime restrictif, le système de réservation en ligne des plateformes, le système informatique de sécurisation des données, le site web du labo,... qui font de l'ICB une structure très opérationnelle dans sa globalité.

L'ICB apparaît néanmoins comme une structure assez éclatée, thématiquement et géographiquement. Les centres d'intérêt et la manière de travailler diffèrent d'un département à l'autre. A l'intérieur d'un même département, on retrouve parfois même cet éclatement géographique et thématique, à un niveau moindre. A cette constatation initiale s'ajoute le fait que l'ICB subit des évolutions, probablement nécessaires, mais rapides et importantes.

Le comité d'experts a constaté que ces évolutions conduisent le personnel, qui se projette dans la structure future, à se poser un ensemble de questions légitimes. Certains choix d'évolution pourraient être mieux expliqués, plus transparents et mieux débattus en interne, comme le rôle des groupes dans les futurs départements, la mise en place d'équipes projet par un recrutement « coloré », la possible évolution des métiers pour les IT « affectés » aux plateformes, qui se sentent passer d'un statut passionnant de soutien direct à la recherche au sein d'une équipe à celui de prestataire de service de haut niveau. De même pour les thésards et post docs, croissance et expansion ne sont pas toujours garants d'enrichissement intellectuel, surtout quand croissance et expansion sont accompagnées d'une dilution de leur problématique dans un tissu diffus de thématiques différentes. Le morcellement des activités dans des sites éloignés, même au sein du bâtiment de Dijon, peut conduire à une forme d'isolement scientifique aussi. A titre illustratif, il semblerait que le nombre d'auditeurs lors des soutenances de thèse soit en diminution depuis le regroupement physique-chimie ; la même remarque semble pouvoir être faite pour le taux de fréquentation des séminaires.

Pour éviter que l'ICB ne devienne un ensemble hétéroclite pluridisciplinaire, mais bel et bien un réel laboratoire interdisciplinaire, il doit se doter de nouvelles structures et de pratiques plus fédératrices. L'équipe dirigeante doit mieux informer sur sa politique scientifique, sur les contraintes dues aux évolutions des financements régionaux et même pour certaines très grandes évolutions, comme la création récente d'un nouveau département, elle devrait davantage impliquer le personnel dans l'analyse de la situation, la définition de la solution et sa mise en place. Évidemment, le laboratoire a déjà mis en place de nombreuses actions. Par exemple pour éviter la dispersion thématique, le comité d'experts salue la création d'un « conseil scientifique » (interne), en charge notamment d'initier des recherches nouvelles dans des thématiques en émergence et transversales ou de proposer des recrutements colorés pour cimenter la nouvelle structure. Mais ces actions restent perfectibles. En particulier l'équipe dirigeante ainsi que les responsables de départements doivent s'assurer que les informations arrivent bien jusqu'à la base, au cœur même des départements ou dans les équipes.

Appréciation sur ce critère

Les évolutions rapides, résultant d'une évolution de la politique scientifique de l'université et de la région, entraînent une restructuration en profondeur de l'ICB, depuis la logique scientifique de l'établissement jusqu'à la façon de travailler du personnel, le pilotage de la recherche et de nombreux aspects logistiques... Cette restructuration affecte donc l'ICB à tous les niveaux. L'équipe de direction et ses relais dans les départements doivent produire davantage d'efforts pour expliquer et clarifier la politique scientifique, et pour in fine obtenir l'adhésion au projet d'une grande majorité du personnel.

En résumé, malgré la difficulté, la direction doit faire en sorte que des personnels, appartenant à différents sites et exerçant des métiers assez différents, aient tous l'impression de « porter le même maillot » ; des efforts importants doivent être entrepris pour obtenir une adhésion massive au projet.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Les personnels enseignants-chercheurs et chercheurs de l'ICB sont extrêmement impliqués dans les formations du site aux niveaux licence, master et doctorat. Certains membres ont un rôle de coordinateur entre les différents masters ou ont des responsabilités importantes, par exemple au sein du master « Physique-Lasers-Matériaux » de l'UFR de Physique et Techniques, où ils pilotent la gestion des allocations de thèse et le suivi des doctorants. Pour accroître la formation interdisciplinaire du site, d'autres sont impliqués dans le master mixte « Nanotechnologies et Nanobiosciences », dont la formation couvre nombre des thématiques de l'Institut en mettant en interaction différents champs disciplinaires (physique, chimie, biologie, santé) autour des nanotechnologies. Les doctorants et les HdR sont rattachés à deux écoles doctorales : l'ED 533, Carnot - Pasteur et l'ED 37, SPIM.

Des membres du laboratoire se sont également investis dans la création d'un nouveau Master Pro « Procédés, Contrôles, Matériaux Métalliques pour l'Industrie Nucléaire » en partenariat avec AREVA NP ou du « Master International de Physique », tous deux créés en 2014. Enfin, soulignons que des membres du laboratoire sont fréquemment directeurs de département de l'université ou exercent des responsabilités importantes dans les instances de l'Université de Bourgogne, comme celle de doyen de l'UFR de Sciences et Techniques, direction de l'École Doctorale Carnot-Pasteur.

Le laboratoire est aussi très investi dans l'accompagnement des doctorants au cours de leur thèse avec l'organisation de séminaires internes dédiés à la présentation des travaux des doctorants de 2^{ème} et 3^{ème} années. Le comité d'experts apprécie ces actions qui permettent aux doctorants de communiquer sur leurs travaux et de préparer leurs futures soutenances. Toutefois, la direction et les responsables des départements doivent veiller à ce que tous les doctorants puissent présenter leurs travaux dans les conférences internationales, participer à des doctoriales et s'impliquer encore davantage dans la vie scientifique des départements.

La direction doit également veiller à ce que la durée effective des thèses (elle est actuellement de 40 mois en moyenne) approche les trois ans.

Appréciation sur ce critère

Le laboratoire bénéficie d'une excellente proximité avec les formations de masters, d'ingénieurs et les écoles doctorales de son secteur et les membres de l'ICB sont impliqués dans toutes ces formations. Des efforts doivent être entrepris pour encore mieux intégrer les doctorants dans le paysage très pluridisciplinaire du laboratoire, afin d'éviter une forme d'isolement-cloisonnement des jeunes chercheurs.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

La structure composée de départements qui a été évaluée est très récente et nécessite une période de consolidation pour fonctionner efficacement, sans compter le département COMM qui n'est pas encore officiellement adossé à la structure. Il est donc encore trop tôt pour apprécier les effets de la structuration. La gouvernance s'est dotée d'un certain nombre de comités et groupes de travail internes pour satisfaire une exigence de qualité encore supérieure et plus homogène. Mais ce ne sera pas chose facile car le morcellement géographique et thématique est réellement profond. Il faudra donc veiller à ce qu'une politique d'excellence se mette en place dans chaque département.

Le projet scientifique s'inscrit naturellement dans la continuité des travaux actuels et des contrats en cours (européens, ANR...). Mais il propose aussi de nouvelles actions prometteuses, soit à l'intérieur des départements entre des groupes qui ne collaboraient guère dans le passé, soit inter-département (Nano et PMDM, ICQ et Photonique...). La direction doit absolument soutenir ces actions. Dans ce contexte en évolution, le rattachement des équipes de l'IRTES constitue une opportunité d'étendre l'ampleur des travaux du département PMDM et l'équipe de direction doit inciter et soutenir fortement des actions transverses entre ces deux départements. Le projet CICERON est aussi une réelle opportunité pour fédérer des travaux pluri-sites, qui couvriraient toute la chaîne, allant de la conception des matériaux aux procédés d'élaboration, à l'assemblage et leur durabilité ; l'ICB se doit de soutenir cette action plus directement.

Le projet se décline aussi à travers toutes les opérations locales structurantes, Labex ACTION, Pôle Nucléaire de Bourgogne, Pôle Santé de Dijon, laboratoire commun avec ARDPI, Maison de la Métallurgie, qui contribueront à augmenter la visibilité de l'ICB tant au plan régional qu'international.

Globalement, les plateformes techniques et technologiques qui sont fédérées dans le département technique « Analyses et Instrumentation » de l'ICB, semblent avoir atteint un régime pérenne. Certaines irriguent le tissu industriel régional et assurent des entrées financières importantes. D'autres sont plus directement en prise avec la recherche. Avec la réduction attendue et probablement durable des financements régionaux, certaines plateformes qui ont bénéficié en grande partie de cette source de financement à leur démarrage pourraient malheureusement voir leur possibilité d'expansion future réduite. Dans une période où l'utilisation des ressources contractuelles est de plus en plus contrainte, les ressources des plateformes offrent un espace de liberté précieux. L'ICB devrait réfléchir à une mutualisation d'une partie de ces ressources, définir une politique directive pour réinvestir ces ressources dans l'évolution des plateformes et pour soutenir les actions nouvelles du projet scientifique (voir précédemment), et se doter des moyens pour appliquer cette politique.

Appréciation sur ce critère

Globalement, la pertinence des projets est très bonne dans ses aspects fondamentaux et applicatifs. L'organisation sous forme de départements est porteuse et devrait structurer durablement les activités tout en accompagnant les initiatives nouvelles.

4 • Analyse équipe par équipe

Équipe 1 : Département ICQ (Interactions et Contrôle Quantique)

Nom du responsable : M. Hans-Rudolf JAUSLIN

Domaine d'activité de l'équipe

Le département ICQ est issu de la restructuration réalisée lors de la période précédente, en rassemblant deux équipes de théoricien(ne)s. La première équipe, SMPCA, est reconnue pour son expérience en spectroscopie moléculaire de molécules d'intérêt atmosphérique, environnemental, et astrophysique, et vient d'élargir son champ d'activité aux calculs de chimie quantique et à la dynamique réactionnelle. La seconde équipe, DNQL, centre ses recherches sur les approches de contrôle de systèmes quantiques à l'aide de champs électromagnétiques externes, sur l'application de la dynamique Hamiltonienne à l'optique non-linéaire, en forte interaction avec les mathématiciens.

Effectifs

Composition de l'équipe	Nombre au 30/06/2015	Nombre au 01/01/2017
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	7	7
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	2	2
N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)		
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	2	
N5 : Autres chercheurs (DREM, etc.)	1	
N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	1	
N7 : Doctorants	6,5	
TOTAL N1 à N7	19,5	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	9	

Bilan de l'équipe	Période du 01/01/2010 au 30/06/2015
Thèses soutenues	16,5
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	5
Nombre d'HDR soutenues	

• Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'activité du département ICQ sur la période est structurée autour de quatre thématiques principales : (i) spectroscopie atomique et moléculaire, (ii) chimie quantique et dynamique réactionnelle, (iii) contrôle par champ de systèmes quantiques, et (iv) dynamique non-linéaire appliquée à l'optique.

(i) Spectroscopie atomique et moléculaire : ICQ réalise un travail de fond sur la spectroscopie du méthane, molécule de première importance pour des questions environnementales (effet de serre de l'atmosphère terrestre) et en planétologie (missions spatiales, observatoires au sol et spatiaux pour la détection d'exoplanètes, en collaboration notamment avec l'Observatoire de Besançon OSU THETA). Parmi les avancées les plus récentes figure l'amélioration des modèles décrivant le spectre d'émission, qui d'une part incluent maintenant de nombreux niveaux excités, et d'autre part autorisent la prise en compte de conditions s'écartant fortement de l'équilibre thermodynamique (lorsque la température vibrationnelle est très différente de la température rotationnelle) [J. Chem. Phys. 142 (2015)]. Ce dernier travail a été accompli en collaboration avec l'IPR/Rennes et le LiPhy/Grenoble. Une étude similaire a aussi débuté sur la molécule SF₆, fortement impliquée dans les causes de réchauffement climatique [Phys. Chem. Chem. Phys. 16 (2014)].

ICQ entretient depuis plusieurs années une collaboration avec l'«Institute of Physical Research» en Arménie (IPR-A) sur la spectroscopie de vapeurs atomiques confinées dans des cellules ultra-fines dites « nanocellules ». L'IPR maîtrise la fabrication de ces cellules dont l'épaisseur peut être aussi faible qu'une fraction de longueur d'onde de la transition atomique. Ces cellules offrent une possibilité inédite de spectroscopie sub-Doppler, et l'ICQ contribue à l'analyse théorique des signaux observés. Parmi les résultats marquants on note l'observation de la transparence induite électromagnétiquement (l'article dans Appl. Phys. B-Lasers Opt. a été cité 18 fois), et l'étude de la structure hyperfine de Rb en champ magnétique fort, c'est-à-dire en régime Paschen-Back.

(ii) Chimie quantique et dynamique réactionnelle : ICQ a récemment été renforcé par l'arrivée de trois chercheurs(-euses) qui ont élargi la thématique du département à la dynamique des collisions atome-molécule d'intérêt astrophysique, et aux calculs de chimie quantique associés. Les systèmes sont abordés au travers de l'ensemble des méthodologies disponibles, c'est-à-dire quantique, classique, et statistique, tandis que les calculs numériques sont réalisés sur les puissantes installations informatiques locales (cluster de calcul de l'UB et de l'UFC) et nationales (GENCI-IDRIS). Le groupe a, par exemple, résolu une controverse sur l'interprétation de l'abondance relative d'azote atomique et d'azote moléculaire dans les nuages interstellaires froids, qui détermine la formation de molécules plus complexes (Science 334 (2011) cité 36 fois). Le problème de la formation de l'ozone et de son abondance isotopique anormale dans l'atmosphère terrestre mobilise ICQ, avec une réussite indéniable, comme en attestent les cinq articles parus sur la période. Un fort effet de symétrie quantique lié à l'indiscernabilité des particules a été révélé par modélisation quantique des réactions d'échange isotopique entre oxygène atomique et oxygène moléculaire, qui pourrait être à l'origine de ces abondances anormales (J. Phys. Chem. Lett. 6 (2015)).

(iii) Contrôle par champ de systèmes quantiques : ICQ possède une expérience tout à fait remarquable sur les approches dynamiques du contrôle de systèmes quantiques, qui a conduit à de nombreuses publications. La démarche générale vise à concilier la robustesse du contrôle adiabatique et la précision du contrôle optimal. Plusieurs voies d'amélioration des techniques de contrôle adiabatique ont été explorées : la proposition d'un passage adiabatique parallèle, dans laquelle la distance en énergie entre niveaux est maintenue constante (Phys. Rev. A, 84 (2011) cité 11 fois), l'utilisation d'une séquence d'impulsions adiabatiques (Phys. Rev. Lett. 106 (2011) citée 38 fois), ou encore la modification de l'approche adiabatique habituelle basée sur la notion de « court-circuitage » de l'adiabaticité (Phys. Rev. Lett. 111 (2013) citée 14 fois), notion que l'on retrouve dans plusieurs autres domaines de la physique. Plusieurs développements sur la théorie du contrôle optimal sont effectués en étroite collaboration avec l'Institut de Mathématiques de l'UB (IMB) qui a conduit à l'édition d'un livre. Un schéma adiabatique a été proposé pour mettre en œuvre des opérations sur les qudits. Les qudits sont les éléments de base pour l'information quantique construits sur des systèmes à d états dégénérés, et qui représentent une alternative plus rapide que les qubits pour la mise en œuvre d'algorithmes quantiques (Phys. Rev. A 87 (2013)). Les techniques de contrôle optimal ont été appliquées avec succès à diverses réalisations expérimentales, dont voici deux exemples illustratifs : (i) La prédiction de l'alignement permanent de molécules dans un plan en l'absence de champ a été démontrée expérimentalement en collaboration avec le département photonique de l'ICB (Phys. Rev. A 84 (2011)) ; (ii) L'intense collaboration entre l'ICQ et l'IMB a conduit à la démonstration du contrôle et de l'optimisation du contraste d'images obtenues par RMN et IRM, en lien avec les expériences menées à la Technische Universität de Munich (Sci. Rep. 2 (2012) cité 11 fois).

(iv) Dynamique non-linéaire appliquée à l'optique : en utilisant une similitude formelle entre les modèles décrivant l'attraction de polarisation intervenant lorsque deux ondes contra-propagatives interagissent non-linéairement dans une fibre et les modèles caractérisant des structures non-triviales dans les spectres moléculaires, une collaboration fructueuse et très productive (12 articles en commun) a été développée entre l'ICQ et le département Photonique dans le domaine de la dynamique non-linéaire appliquée à la propagation d'ondes dans les fibres optiques, impliquant à nouveau l'IMB. Dans un registre différent, un schéma adiabatique d'évolution a été proposé pour un système quantique non-linéaire emblématique : le Condensat de Bose-Einstein (CBE). Ainsi, un profil d'impulsion de contrôle a été déterminé pour assurer la transformation totale d'un CBE atomique en un CBE moléculaire évitant ainsi les pertes pendant ce transfert de population (Phys. Rev. A 88 (2013)). Ce travail a été réalisé dans le cadre de la collaboration bien établie entre l'ICQ et l'IPR-A.

Appréciation sur ce critère

L'ICQ est un département composé de théoricien(ne)s dont l'activité est diversifiée mais cohérente, autour de la spectroscopie et la dynamique des atomes et des molécules, du contrôle de systèmes quantiques par champ électromagnétique, et de la dynamique non-linéaire appliquée à l'optique. Sur la période de référence, ICQ présente une production scientifique remarquable, ayant souvent mené à des ruptures théoriques et méthodologiques. Plusieurs projets ont conduit à des mises en œuvre expérimentales au sein de l'ICB ou à l'extérieur. L'ICQ est impliqué dans de nombreuses collaborations scientifiques et cela à tous les niveaux : au sein du laboratoire avec le département Photonique, avec l'Institut de Mathématique de l'UB, au niveau national, et international.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Le fort rayonnement scientifique et l'attractivité d'ICQ se manifestent au travers de nombreuses initiatives coordonnées par ses membres. Un chercheur d'ICQ anime le GDR SPECMO, réseau sur la spectroscopie moléculaire implanté sur l'ensemble du territoire national. Au travers d'une collaboration avec le GSMA (Reims) deux serveurs de bases de données spectroscopiques ont été mis en place dans le cadre du consortium européen VAMDC (*Virtual Atomic and Molecular Data Center*) de type « Research Infrastructure », qui se prolonge actuellement. Les résultats les plus récents de ICQ y ont été continuellement introduits. La base de données internationale KIDA (*Kinetic Database for Astrochemistry*), coordonnée par l'observatoire de Bordeaux, est aussi alimentée par les résultats de dynamique moléculaire obtenus dans le département.

ICQ a mis en place une collaboration fructueuse à long terme avec l'Académie des Sciences d'Arménie, concrétisée par la création d'un Laboratoire International Associé (LIA) du CNRS intitulé « Interaction of Radiation with Matter », impliquant également l'ILM (Lyon) et l'Institute for Physical Research d'Ashtarak. Ce LIA a reçu un financement supplémentaire dans le cadre du programme européen FP7-ERA WIDE. De multiples échanges de doctorants ont eu lieu, dont le travail a conduit à de nombreuses publications.

Sur une partie notable (2008-2012) de la période de référence, ICQ a coordonné le réseau européen ITN Marie Curie FASQUAST regroupant dix universités européennes et trois compagnies privées, et dont l'activité a été focalisée sur le contrôle ultra-rapide de systèmes quantiques par des champs électromagnétiques forts. Actuellement, ICQ est partenaire d'un autre réseau ITN, QUAIN, consacré au contrôle optimal de systèmes quantiques. Un chercheur d'ICQ est partenaire de deux ANR internationales avec l'Allemagne (« Coqs », « Explosys »).

Le rayonnement international d'ICQ s'exprime au travers leurs participations à de nombreuses conférences, avec notamment plus de 90 exposés invités (soit 10 par EC) et 45 contributions orales.

Tous les champs disciplinaires d'ICQ ont été soutenus par plusieurs projets durant la période évaluée ANR nationaux (CoMoC, Coconics, CH4@Titan), soit en tant que coordinateur, soit en tant que partenaire. Le département ICQ est aussi actif dans la recherche de financements locaux (LABEX ACTION, projet régional PROCCLA). Un chercheur d'ICQ bénéficie actuellement d'une bourse « Hans Fischer » à la Technische Universität München, à laquelle est associé un prix scientifique.

Les membres du département ont contribué à la rédaction de quatre chapitres de livres ou d'articles de revue sur la période de référence.

Appréciation sur ce critère

Compte tenu de son petit nombre de personnels permanents, ICQ démontre une activité de recherche internationale exceptionnelle se traduisant par une forte implication dans plusieurs réseaux européens ou autres

accords bilatéraux. Ce département a ainsi été irrigué par le recrutement de nombreux postdocs et doctorants, souvent en cotutelle.

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

De par son activité de recherche théorique très amont, ICQ n'a pas a priori vocation à centrer son activité sur des activités de transfert vers le monde économique. Cependant, ses membres se montrent très concernés par cet aspect. Les efforts consacrés à la spectroscopie de molécules impliquées dans l'effet de serre terrestre (CH_4) ou la pollution atmosphérique (SF_6) ont déjà été mentionnés. Une collaboration avec le CEA-Saclay et le synchrotron SOLEIL porte sur la spectroscopie de RuO_4 , composé émis lors de fuites engendrées par des accidents nucléaires. ICQ est partenaire de l'ESA (European Space Agency) dans la mise au point d'un futur satellite d'observation de la terre (Sentinel-5). Les résultats obtenus sur l'amélioration du contraste des images IRM font l'objet de contacts établis avec plusieurs entreprises (Bruker, Siemens, General Electric). La collaboration avec le département Photonique sur la propagation d'ondes dans les fibres optiques a aussi un fort potentiel applicatif, voir la partie du rapport concernant le département Photonique.

ICQ affiche une forte implication dans la vie scientifique locale tournée vers le grand public, en participant régulièrement à la Fête de la Science, et au Village des Sciences de Dijon, en s'impliquant dans la section locale de la Société Française de Physique, ou encore en établissant des contacts entre chercheurs et les écoles au travers d'un questionnaire « Questions de Sciences ». En 2015, un chercheur d'ICQ était membre du comité national pour l'année internationale de la lumière.

Appréciation sur ce critère

Composé de chercheurs travaillant principalement sur des recherches théoriques amont, les membres d'ICQ s'impliquent dans la dissémination de la connaissance scientifique vers le grand public et les écoles.

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

Le département ICQ est le plus petit département d'ICB. Sa taille lui permet de fonctionner sans structure formelle pour l'échange d'informations, le travail et les éventuels choix collectifs. Lors de la visite du comité d'experts, il est apparu que ses membres interagissent effectivement. Cette observation se vérifie par l'existence de plusieurs articles scientifiques co-signés, au-delà des projets individuels. La solidarité entre les membres s'exprime notamment par le travail effectué par l'un d'eux pour obtenir des bourses de thèses pour des étudiants étrangers, qui bénéficie à l'ensemble du département.

ICQ n'est pas isolé du reste d'ICB ; loin s'en faut. ICQ entretient de fortes collaborations avec le département Photonique : de nombreux travaux en commun ont lieu sur le phénomène d'attraction de polarisation dans des fibres non linéaires ; une forte collaboration existe aussi sur le contrôle de l'alignement et de la rotation de molécules ; un projet de plasmonique quantique est en cours de montage.

Appréciation sur ce critère

En étant le plus petit département d'ICB, ICQ fonctionne efficacement sans structure formalisée pour l'échange d'information et la coordination au sein du département, et pour son insertion au sein d'ICB.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Il s'agit ici d'un autre point fort d'ICQ. Dans le cadre de leur collaboration à long terme avec l'Arménie, des membres d'ICQ ont mis en place le master international « Physics, Photonics, and Nanotechnologies » à l'UB, qui accueille maintenant des étudiants d'Arménie, d'Inde, de Russie, du Venezuela et de Roumanie, fréquemment soutenus au travers de bourses de master délivrées par les ambassades françaises. De nombreux stagiaires de master ont été encadrés, souvent suivis de thèses en cotutelle avec l'IPR-A d'Ashtarak (8), et la « Tomsk State University » de Russie (3). Au total, 16 thèses de doctorat ont été soutenues sur la période de référence et 7 sont en cours, et environ 25 stagiaires de master ont été accueillis dans le département.

Les membres d'ICQ exercent différentes responsabilités au sein de l'UB, comme par exemple la direction du Département de Physique, de l'école doctorale Carnot-Pasteur, la participation au conseil d'UFR des Sciences et

Techniques de l'UB, ou encore la responsabilité du service de formation permanente d'ICB. Ainsi un cycle de formation continue pour les professeurs du secondaire a été créé par un membre d'ICQ.

Appréciation sur ce critère

La réussite d'ICQ dans ce domaine est exceptionnelle, notamment avec la création d'un master international, l'encadrement de nombreuses thèses en cotutelle, et l'implication dans la formation continue des enseignants du secondaire.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

La discussion lors de la visite du comité d'experts a avantageusement complété le rapport écrit d'ICQ sur cet aspect. Ainsi il est clairement apparu qu'ICQ a une stratégie scientifique bien coordonnée conduisant à un projet ambitieux pour le prochain contrat, qui s'appuie sur les nombreux sujets originaux en cours de développement.

ICQ souhaite continuer à mettre à profit son savoir-faire dans le domaine du contrôle optimal dans différents domaines. Les collaborations déjà existantes et les sujets de recherche qui donnent déjà des résultats vont se poursuivre. Ainsi, une collaboration avec Darmstadt (groupe du professeur Thomas HALFMAN) sur l'information quantique et les mémoires quantique est en cours. Des protocoles d'information quantique utilisant des qudits continueront à être explorés. Une collaboration incluant de nombreux partenaires est en cours depuis cette année, financée par l'ANR et la DFG allemande, pour améliorer les techniques de RMN, grâce aux apports de la théorie du contrôle optimal. La collaboration avec l'Arménie se poursuivra, dans le cadre du LIA. En interne, ICQ entend entretenir sa collaboration fructueuse avec le département Photonique, notamment sur les phénomènes non linéaires dans les fibres, conduisant en particulier au phénomène d'attraction de polarisation. ICQ a aussi initié un nouveau projet collaboratif portant sur la plasmonique quantique.

Appréciation sur ce critère

Les projets proposés par ICQ sont prometteurs tant par leur qualité scientifique avérée, que par leur insertion dans un cadre international large, ou par leur ancrage local au travers de nombreuses collaborations au sein d'ICB, de l'UB ou avec d'autres institutions régionales.

Conclusion

▪ Points forts et possibilités liées au contexte

- le département ICQ constitue un élément important dans la construction scientifique d'ICB, en poursuivant des thématiques de recherches théoriques dans le domaine de la physique atomique, moléculaire et de l'optique. Les méthodologies développées sont originales et performantes, et ont conduit à une forte productivité scientifique et à un rayonnement national et international remarquable ;
- ces thématiques représentent un socle solide et cohérent pour la mise en œuvre d'initiatives de formation ambitieuses et efficaces ;
- elles représentent également un socle solide sur lequel l'ICB peut s'appuyer pour développer des actions transverses d'envergure.

▪ Points faibles et risques liés au contexte

- le fort potentiel scientifique d'ICQ ne semble pas constituer un élément majeur de la stratégie scientifique formulée par la direction dans le rapport (voir la part relativement faible d'ICQ dans la partie 1.4.1 du rapport), notamment à l'échelle régionale qui s'impose comme déterminante pour le futur d'ICB au moment où se met en place une forte restructuration institutionnelle ;
- souvent considérés comme accompagnant les belles expériences dans les projets fédératifs, les groupes de théoriciens ont une faiblesse intrinsèque pour financer leur recherche propre ; ce n'est pas le cas ici, mais la pérennisation de ce point positif doit être l'objectif de tous les acteurs d'ICB.

- **Recommandations**

Le comité d'experts salue les initiatives de collaborations scientifiques au sein même du département, et avec les autres départements. Il encourage les membres d'ICQ à amplifier cette démarche de sorte à préserver la masse critique nécessaire à la réussite de chacun des projets développés. Le comité d'experts encourage la direction du laboratoire à formuler sa stratégie scientifique en s'appuyant de façon plus visible et marquée sur le département ICQ de sorte qu'il soit bien intégré dans l'évolution attendue du contexte universitaire régional.

Équipe 2 : Département Photonique

Nom du responsable : M. Philippe GRELU

Domaine d'activité de l'équipe

Le département Photonique a été créé récemment par la fusion de quatre groupes de recherche. Il constitue le plus gros département de la partie physique de l'ICB. Ses activités portent sur des études essentiellement à caractère fondamental, incluant les phénomènes ultra-brefs sous champ fort, le contrôle cohérent optique, l'optique non-linéaire pour les communications optiques, l'optique de champ proche, les sources laser et la nanophotonique des métaux.

Effectifs

Composition de l'équipe	Nombre au 30/06/2015	Nombre au 01/01/2017
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	18	18
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	7	7
N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	8	8
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	1	
N5 : Autres chercheurs (DREM, etc.)	8	
N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	1	
N7 : Doctorants	19,5	
TOTAL N1 à N7	62	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	18	

Bilan de l'équipe	Période du 01/01/2010 au 30/06/2015
Thèses soutenues	32
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	13
Nombre d'HDR soutenues	3

• Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'activité du département Photonique sur la période est structurée autour de quatre thématiques principales : (i) interaction lumière-matière contrôlée, (ii) dynamique non-linéaire et communication optique, (iii) plasmonique, et (iv) sources laser solides et applications. Le comité d'experts note plusieurs faits saillants révélateurs de l'excellence scientifique de ce département.

(i) interaction lumière-matière contrôlée : les études sur la filamentation laser ont démontré que la stabilisation du filament est due aux effets non-linéaires d'ordre élevé, plutôt qu'au plasma créé par l'ionisation des atomes. Cette nouvelle interprétation qui a été mise en évidence par des expériences de type pompe-sonde a eu un fort impact, comme l'atteste le fort taux de citations de la lettre correspondant, (Phys. Rev. Lett. 104 (2010) citée 134 fois). Mentionnons aussi des travaux théoriques plus récents reposant sur une modélisation DFT qui traite directement l'interaction entre le champ lumineux et l'atome en résolvant l'équation de Schrödinger (Phys. Rev. Lett. 110 (2013)). L'ensemble des travaux de la période semble marquer un tournant sur la compréhension de la formation des filaments stables dans les gaz.

Des recherches fondamentales, réalisées sur le contrôle de la dynamique moléculaire et plus particulièrement sur l'alignement de molécules ont contribué significativement au développement de cette thématique à l'échelle internationale. Les taux de citations supérieurs à 40 de certains articles sont remarquables étant donné le faible nombre d'équipes travaillant sur le sujet. Les recherches sur le contrôle de la polarisation dans des fibres ont conduit à un résultat important en 2012 en collaboration avec le département ICQ ; en utilisant les interactions non linéaires de type Kerr entre un faisceau se propageant dans une fibre et sa composante réfléchie, se propageant en sens inverse, il a été montré que ce système fonctionne comme un "omni-polariseur", c'est-à-dire que le faisceau de sortie reste polarisé, quelle que soit la polarisation en entrée, et ceci sans effet sur l'intensité du faisceau [Sc. Report 2, (2012)]. Une ERC Starting Grant sur ce sujet est en cours.

(ii) dynamique non-linéaire et communication optique : le positionnement national et international, l'originalité, l'intérêt et la visibilité des résultats obtenus sont remarquables. Plusieurs actions qui s'appuient de façon judicieuse sur la plateforme Picasso ont été présentées lors de la visite, démontrant un contexte de travail fortement collaboratif. Les études sur la turbulence optique placent le département en position de leader sur le plan international. Les études sur la dynamique de solitons dissipatifs dans les lasers à verrouillage de mode ont apporté un éclairage nouveau sur les phénomènes extrêmes dans les cavités lasers, en particulier concernant les ondes scélérates optiques. Quelques articles, dont un article de revue dans Nat. Photonics (2012), ont mobilisé la communauté internationale travaillant dans la thématique.

Les analogies entre les phénomènes extrêmes solitoniques et ceux en hydrodynamique, ont permis d'observer des phénomènes difficilement reproductibles dans leurs milieux naturels, et d'étudier leur condition d'apparition par exemple en fixant les conditions initiales (phase et amplitudes) des impulsions. Cela représentait à l'origine un projet très ambitieux étant donnée la vive concurrence nationale et internationale. Les résultats obtenus ont contribué au renom d'ICB. L'excellence est attestée par plusieurs articles clefs dans des revues prestigieuses, e.g. Nat. Physics (2010) : 260 citations, Sc. Rep. (2012) : 80 citations,...) abondamment cités et par des conférences invitées.

(iii) plasmonique : L'activité en plasmonique repose sur la chaîne de compétences qui s'étend de la théorie (modélisation électromagnétique des micro/nano-structures, électrodynamique quantique), jusqu'à l'expérimentation (spectroscopies diverses d'objets individuels) qui s'appuie sur la plateforme ARGEN pour la fabrication des nanostructures. Cette chaîne complète est rare en France à l'échelle d'un laboratoire; c'est une spécificité historique d'ICB qui a contribué à l'essor du domaine de la plasmonique, très actif depuis une quinzaine d'années.

Les résultats significatifs obtenus portent, par exemple, sur la réalisation de composants, parfois complètement nouveaux, qui reposent sur différentes plateformes hybridant photons et électrons, sur la modélisation et la compréhension du couplage entre émetteurs et nanostructures métalliques [Sc. Rep. 3, (2013)] et sur des caractérisations en champ proche optique à l'état de l'art [Phys. Rev. Lett. 109, (2012)]. Mentionnons également les travaux en rupture, uniques à l'échelle internationale, sur le développement de sources et récepteurs d'ondes aux fréquences optiques, soit par effet tunnel inélastique dans un nanogap métallique, soit par rectification optique assistée par des plasmons localisés et des électrons chauds [Nano Letters (2014)]. Enfin, citons aussi la démonstration de composants opto-métalliques (guidage hybride diélectrique-plasmonique, circuiterie plasmonique pour le routage « tout optique » [Appl. Phys. Lett. (2011)]) réalisés par le biais d'actions croisées avec le département nanoscience menées sur la plateforme ARGEN, qui font d'ICB une place reconnue internationalement pour ses réalisations de composants plasmoniques.

(iv) sources laser solides et applications : cette activité est clairement orientée vers le domaine applicatif. Elle regroupe, même si cela n'apparaît pas clairement dans son intitulé, la conception et la réalisation de sources nanosecondes compactes, de verres et de fibres optiques originales pour notamment la génération de continuum dans l'infrarouge. Les études autour des fibres optiques pour l'infrarouge ont donné lieu à de nombreuses publications dans des revues spécialisées du domaine. Le comité d'experts note une progression au cours de ce contrat. Ces études, autour desquelles collaborent plusieurs chercheurs, s'inscrivent parfaitement dans le domaine des activités du département. Leur visibilité au niveau national et international devra cependant être consolidée. Le développement de sources laser nanosecondes, essentiellement porté par un enseignant chercheur, fait l'objet de nombreuses collaborations avec les industriels utilisateurs. A ce jour, elle reste cependant trop peu visible sur le plan scientifique notamment à l'échelle internationale.

L'ensemble des travaux a donné lieu à 324 publications et 169 présentations invitées dans des congrès, workshops, écoles, séminaires. La reconnaissance internationale est notamment attestée par les 64 présentations invitées dans des conférences internationales. La qualité des publications est très bonne avec une productivité moyenne de trois publications par permanent et par an.

Appréciation sur ce critère

La production scientifique de ce département est importante. Les thématiques abordées sont variées. Il est remarquable que dans des domaines aussi disjoints que plasmonique, filamentation laser, alignement moléculaire, dynamique non-linéaire, le département produise des résultats scientifiques d'excellent niveau, parfois même exceptionnels, comme cela est attesté par des publications abondamment citées dans des revues prestigieuses et par un nombre important de conférences internationales invitées.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Comme le souligne le nombre important de publications, de conférences invitées ou de présentations orales dans des conférences internationales, le rayonnement du département photonique est incontestable. Les chercheurs de ce département contribuent à l'animation de GDR, ils sont régulièrement sollicités pour participer à des comités de manifestations scientifiques nationales ou internationales. Ce rayonnement scientifique a largement contribué au rattachement du département à plusieurs axes du Labex ACTION, à l'obtention de nombreux contrats ANR (12) et de projets européens (2 ERC, 4 STREP) et, sur le plan individuel, à la récompense de plusieurs chercheurs par des organismes de recherche ou des sociétés savantes. Le département Photonique a tissé des liens et a établi des collaborations fructueuses avec des instituts et des universités en France, de nombreux pays européens, en Russie, Chine, USA, Australie, Japon... L'accueil régulier d'étudiants et post-doctorants étrangers en est la conséquence. Il faut cependant souligner que certaines activités, notamment sur les fibres et plus particulièrement sur les sources laser tout solide « Q-switchés » n'ont pas aujourd'hui le même rayonnement et attractivité à l'échelle internationale. Pour cette activité, une ouverture plus importante et des collaborations avec le monde académique à l'échelle nationale paraissent souhaitables.

Appréciation sur ce critère

Le département se situe au meilleur niveau international dans la majorité des thématiques dans lesquels il a choisi de s'investir. Son attractivité est très satisfaisante comme le souligne le nombre important de collaborations établies en France et à travers le monde. Une ouverture plus importante et des collaborations avec le monde académique à l'échelle nationale pour l'activité autour des "lasers tout solide" sont souhaitables.

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

Le département Photonique a participé à plus de 400 conférences, workshops et séminaires tant au niveau national qu'international, assurant ainsi une diffusion efficace des connaissances. Le département n'en néglige pas pour autant la valorisation de ses résultats puisque 8 brevets ont été déposés pendant la période. Plusieurs conventions (ANR et régionales) avec participation industrielle sont notées : Vatimet/Vallourec, Bertin, Prynel, IVEA, Urgo. Le comité d'experts salue également les actions de valorisation menée dans la thématique « lasers solides » dans laquelle le département mène plusieurs projets de valorisation avec la SATT/Weliencie sur le développement et la caractérisation de sources lasers innovantes notamment les sources lasers compactes pour la spectroscopie LIBS.

Appréciation sur ce critère

Le département conduit des recherches de haut niveau majoritairement de nature fondamentale, tout en se préoccupant de leur valorisation. Il est recommandé de poursuivre cette stratégie dans le prochain contrat.

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

Le département Photonique est formé de quatre groupes de recherche, dont celui Optique Submicronique - NanoCapteurs qui intervient également dans le département Nanosciences.

Pendant une grande partie du dernier contrat quinquennal, le département était structuré autour de quatre groupes qui bénéficiaient de locaux, de matériels et de personnels dédiés à leurs activités. On retrouve donc naturellement l'empreinte des groupes dans le bilan. Même si l'activité et la vie scientifique de la plupart des groupes du département sont très satisfaisantes et même si certains groupes collaborent largement avec d'autres départements de l'ICB, le faible nombre de réelles collaborations est un signe d'un cloisonnement certain. Ceci peut très probablement être expliqué par des thématiques des groupes réellement différentes, mais cette différence est aussi une complémentarité qui doit permettre, comme ceci a été récemment initié, le développement rapide de nouveaux axes de recherche comme non-linéaire/plasmonique/champ-proche. Dans cette optique, le comité d'experts a noté que certains équipements sont maintenant mutualisés sur les plateformes du laboratoire et que les moyens récurrents qui étaient alloués aux différents groupes sont aujourd'hui attribués au département qui se charge de les répartir. La nouvelle structuration de département et la nouvelle politique de recrutement des chercheurs et des doctorants sur des thématiques à l'interface entre les activités des anciens groupes faciliteront l'animation scientifique du département. Cette animation a cependant paru encore trop peu visible au comité d'experts.

Appréciation sur ce critère

Certaines compétences gagneraient encore plus en visibilité en favorisant les collaborations et en utilisant les complémentarités existantes, sans pour autant nuire à l'excellence existante et sans chercher la collaboration à tout prix. La nouvelle structuration autour d'axes thématiques, la politique volontariste de recrutement de chercheurs et de doctorants sur des actions fédératrices devraient favoriser l'émergence de nouvelles actions innovantes. Le comité d'experts incite vivement le département à poursuivre cette politique volontariste.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Le département est bien impliqué dans la formation par la recherche : les chercheurs et enseignants-chercheurs sont engagés dans l'organisation et la gestion de deux masters dont un international, contribuent à des exhibitions de vulgarisation de la science, donnent des cours dans des écoles thématiques. Le bilan de formation est satisfaisant : un nombre important de stagiaires M1 et M2 ont été et sont accueillis (~20/an) et 53 thèses ont été soutenues, 5 habilitations à diriger des recherches ont été délivrées.

Appréciation sur ce critère

Dans l'ensemble l'implication dans la formation par la recherche est satisfaisante.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

La stratégie et le projet à cinq ans du département photonique visent d'une part à poursuivre les travaux sur les thématiques porteuses, et d'autre part à développer des projets transverses nouveaux.

Les extensions naturelles des activités du département portent sur la photo-ionisation sélective ou l'alignement de molécules en utilisant des impulsions laser mises en forme, le contrôle des états de polarisation dans des fibres, le développement de sources fibrées délivrant des impulsions femtosecondes à très haute cadence, l'analyse de régimes turbulents dans le domaine optique, la mise au point et l'intégration de composants plasmoniques dans des systèmes photoniques, la mise au point de fibres optiques pour l'IR fortement non linéaire plus compatibles avec les normes REACH et leurs applications. Toutefois, la prospective autour de la thématique « sources lasers solides pour applications » accentue le différentiel déjà existant entre les thématiques « verres et fibres non linéaires pour l'IR » et « technologies lasers pour applications ». La thématique « fibres » propose des perspectives intéressantes qui s'appuient sur des interactions avec des membres du département et d'autres acteurs académiques

à l'échelle nationale (notamment via les ANR HOLIGRALE et Continuum) tandis que la thématique autour des lasers nanosecondes tout solides reste centrée sur des collaborations avec des PME locales sans perspective d'ouverture au monde académique à l'échelle locale (notamment au sein du laboratoire), nationale ou internationale. Il est dommage que ces vraies compétences pointues sur les lasers ne soient pas davantage mises à profit.

Le projet présente également des actions ambitieuses transverses qui fédèrent des expertises complémentaires et qui semblent particulièrement prometteuses. Elles concernent notamment l'insertion de nano résonateurs dans des lasers à fibre (recrutement d'un MCF sur une thématique à cheval sur deux groupes), le contrôle cohérent de résonateurs non linéaires, l'application à la spectroscopie dans l'infrarouge de double peigne en fréquence. Mentionnons également l'apparition de projets nouveaux sur la « plasmonique » dans les semi-conducteurs qui pourraient permettre le contrôle dynamique des fréquences plasma dans l'infrarouge thermique et au-delà (recrutement d'un CR). Enfin, notons un dernier projet transversal (mené en collaboration avec le département ICQ) sur la plasmonique quantique, qui met à profit un large spectre de compétences : physique photon-électron dans les métaux, outils de caractérisation, fabrication des composants modèles de la nanophotonique.

Le projet du département Photonique présente donc un bon équilibre entre activités en continuité des thématiques porteuses actuelles et actions en rupture. Les collaborations établies à l'échelle locale, nationale et internationale, les savoir-faire et les compétences des chercheurs et ITA avec un ensemble de partenaires sont mis en valeur et astucieusement exploités. Les nouveaux axes de recherche s'appuient sur le large panel de connaissances de différents départements de l'ICB. Ils sont à la fois ambitieux et réalistes.

Appréciation sur ce critère

La stratégie et le projet à cinq ans du département photonique tirent profit des savoir-faire, des compétences, des collaborations établies et des contrats acquis pour proposer un ensemble de développements originaux et ambitieux. Ils s'appuient sur des actions transverses nécessaires, qui permettent un renouvellement thématique et proposent de nouveaux axes de recherche novateurs, réalistes et en parfaites adéquations avec les ambitions du laboratoire.

Conclusion

▪ Points forts et possibilités liées au contexte

- existences de thématiques fédératrices qui conduisent à des résultats remarquables ;
- existence d'un soutien fort des plateformes : Picasso en communications optiques qui permet un positionnement original en recherche fondamentale et appliquée, ARCEN qui dispose de moyens techniques de très haut niveau pour les activités de nano fabrication en plasmonique. Toutefois l'ICB devra veiller à étoffer ces moyens (acquisition de bâtis de dépôts de couches minces,...) pour accentuer le savoir-faire dans les domaines des nanotechnologies et permettre des réalisations plus variées qui intéresseraient plus de thématiques ;
- la forte implication dans les contrats européens, notamment à travers 2 ERC, qui permet de développer des actions structurantes fortes ;
- belle complémentarité en plasmonique dans les projets diversifiés, allant de l'aval à l'amont : point fort à favoriser ;
- des collaborations fructueuses avec le département ICQ, qu'il conviendra de bonifier et renforcer ;
- un effort important qui a été réalisé sur les équipements de fabrication des fibres : de nouvelles opportunités sont possibles notamment sur les verres dopés tellures.

▪ Points faibles et risques liés au contexte

- le département apparaît encore constitué de quatre groupes qui ont trop peu d'interactions entre eux ;
- les nouvelles orientations budgétaires régionales pourraient inciter le département à développer davantage de travaux finalisés, ceci ne doit pas se faire au détriment des efforts en recherche fondamentale.

- **Recommandations**

La qualité de la recherche menée dans le département est remarquable. La politique du département doit être clarifiée notamment vis-à-vis des actions de recherche et de la structuration encore visible en groupes de recherche. La politique visant à établir des liens entre les quatre groupes doit être poursuivie et renforcée. Des pistes très prometteuses apparaissent d'ores et déjà.

Équipe 3 : Département Nanosciences

Nom du responsable : M. Patrick SENET

Domaine d'activité de l'équipe

Le département « Nanoscience » regroupe un ensemble d'activités très variées en synthèse chimique (nanoparticules), en modélisation (protéines), en mise au point de techniques d'analyse et d'imagerie (SERS, Raman, AFM) et en développement des techniques de transmission plasmoniques.

Effectifs

Composition de l'équipe	Nombre au 30/06/2015	Nombre au 01/01/2017
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	13	14
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	2	2
N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	3	2
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
N5 : Autres chercheurs (DREM, etc.)	3	
N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)		
N7 : Doctorants	15	
TOTAL N1 à N7	36	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	11	

Bilan de l'équipe	Période du 01/01/2010 au 30/06/2015
Thèses soutenues	13,5
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	16
Nombre d'HDR soutenues	

• Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Sous l'intitulé « Nanosciences », le département regroupe des physiciens et chimistes qui mènent une activité de recherche pluridisciplinaire, très diversifiée, qui se répartit sur trois groupes : physique appliquée aux protéines, matériaux nanostructurés, phénomènes à l'interface et nanocapteurs.

L'activité du département porte principalement sur les thématiques suivantes :

(i) l'application du SERS (Surface Exalted Raman Spectroscopy) à la détection de biomolécules en utilisant des nanoparticules. La technique SERS appliquée à des systèmes de faibles dimensions spatiales, jusqu'au nanoobjet unique, est ici poussée jusqu'à s'affranchir de la variabilité des mesures. Ces développements permettent la mesure et l'analyse des fluctuations spectrales et temporelles des données SERS, ce qui donne accès par exemple à l'identification de la signature des aminoacides individuels au sein des protéines ou à la mise en évidence du rôle d'évènements rares dans l'évolution des spectres Raman habituellement moyennés.

(ii) l'étude des vibrations de nanoparticules en contact via des mesures originales in situ de diffusion Raman basse fréquence à haute pression et la modélisation des absorptions Raman. Le département s'est équipé de spectromètres de haute performance. Des mesures montrant la présence ou l'absence de couplage mécanique des vibrations entre nanoparticules ont par exemple été effectuées, révélant le rôle des couches organiques ou aqueuses à la surface de nanoparticules d'oxydes (ZrO_2).

(iii) le développement de techniques de microscopie à force atomique avec analyse multifréquence et couplage avec spectroscopie TERS (Tip-enhanced Raman spectroscopy) et IR. On notera en particulier le développement d'un dispositif d'imagerie AFM multi-dimensionnelle, basée sur une double modulation acoustique de la pointe et du substrat, permettant une visualisation 3D des objets étudiés à des profondeurs variables.

(iv) la modélisation numérique de protéines. Un des objectifs, dans le cadre d'une collaboration avec l'INSERM, est l'amélioration de pronostic de patients avec des cellules de cancer colo-rectal via la protéine hHsp110DE9 mutée. On peut citer également le développement d'une nouvelle méthode théorique pour déchiffrer le mécanisme allostérique dans les grandes protéines comme Hsp70s.

(v) le développement de techniques de transmission et de commutation plasmonique en conditions réelles de traitement de données optiques. L'objectif de cette partie de l'activité plasmonique de l'ICB rattachée au département « Nanosciences » est de construire et caractériser des dispositifs d'interconnexion et de commutation répondant aux besoins de l'informatique de demain. Notons que cette activité plasmonique est développée dans le cadre de deux projets FP7 européens.

(vi) la synthèse et la fonctionnalisation de plusieurs types de nanoparticules, en particulier pour des applications biomédicales notamment thérapeutiques. Différents types de nanoparticules sont étudiés. Les nanoparticules d'oxyde de fer super-paramagnétiques sont développées pour de l'imagerie bimodale, optique et à résonance magnétique. Des nanoobjets de morphologies très différentes, tels que des nanotubes de titanate d'une part et des nanoparticules de silice mésoporeuse d'autre part, sont synthétisés pour servir de nano-vecteurs. Leur fonctionnalisation dans le cas des titanates avec des nanoparticules super-paramagnétiques permet en même temps un suivi par imagerie. On voit le double aspect, nano-vecteurs et nano-sondes, des objets qui sont développés dans le cadre de plusieurs collaborations avec différentes équipes de biologistes et de médecins.

L'ensemble de ces travaux, parfois thématiquement assez disparates, a donné lieu à 157 publications et 30 comptes-rendus dont 57 articles (respectivement 14) impliquent plusieurs départements de l'ICB. La qualité des publications est excellente avec une productivité moyenne de 2,5 publications par permanent et par an. Les travaux sont publiés entre autres dans PNAS (2), PRB (7), Opt. Exp. (17), JPC (7), Nanoletters et ACS Nano (3), APL (3), PlosOne (3), Langmuir (2) et dans des journaux de théorie (4). Deux brevets ont également été déposés dans la période.

Appréciation sur ce critère

Les thématiques abordées par le département « Nanosciences » sont variées. Les projets menés sont largement pluridisciplinaires et bien que prometteurs, sont difficiles à faire aboutir.

La qualité scientifique ne montre pas d'hétérogénéité manifeste d'une thématique à l'autre et semble globalement très bonne, parfois excellente, malgré la difficulté d'établir une politique scientifique cohérente à l'échelle du département. Cette impression est confirmée par l'examen des indicateurs que sont le nombre et la qualité des publications, par la forte implication du département dans de nombreuses collaborations scientifiques avec des collègues extérieurs, mais aussi au sein du laboratoire qui semble offrir un terrain fertile.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Le savoir-faire du département est reconnu à tous les niveaux, national et international. Le département est impliqué dans de nombreux projets collaboratifs, dont quatre projets européens (SPEDOC, PLATON, PHOXTROT et PLASMOFAB), dix projets ANR et un projet d'excellence (equipEx). Les membres du département prennent une part active dans le fonctionnement des instances de leurs organismes de tutelle (CNRS, université, CNU). Ils sont sollicités par différentes agences d'évaluation internationales (NFWO Belgique) et nationales, dont l'ANR et le HCERES, et sont rapporteurs pour des journaux de qualité.

Le département s'implique aussi dans la diffusion scientifique, comme le montre la rédaction de six chapitres de livres et livres de cours.

Le département est très impliqué dans des collaborations locales avec des équipes de l'Hôpital de Dijon et de l'INSERM. Cette activité très prometteuse semble aujourd'hui pérenne et pourrait avoir encore plus de visibilité avec un support théorique.

Le rayonnement académique international est très satisfaisant. Les membres du département ont été invités à donner 5 conférences plénières, 6 keys lectures, 45 conférences. Ils ont par ailleurs donné 66 communications orales sur la période évaluée. L'attractivité est remarquable, puisque, le département a accueilli 16 post-doctorants, 5 professeurs d'universités étrangères. Il a en outre co-organisé deux manifestations scientifiques.

Un des membres du département est récipiendaire de la médaille d'argent du CNRS.

Appréciation sur ce critère

Le département bénéficie d'un savoir-faire bien identifié au niveau national et international. Il est très impliqué dans de nombreux réseaux de collaborations, à toutes les échelles (locale, nationale, européenne).

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

Le département « Nanosciences » a des objectifs clairement affichés en recherche fondamentale. Cependant, il est très impliqué dans les relations avec l'INSERM et le milieu médical (NVH Medical, ARMOR Proteines, tant au niveau de la théranostique et de la vectorisation que de la simulation des protéines pour une meilleure compréhension des mécanismes biologiques. Il entretient également des collaborations industrielles aux niveaux local et national dans le domaine du nucléaire (ARDPI, AREVA, EDF et CEA). Le département « Nanosciences » est également investi dans trois « Programmes investissements d'avenir ». Ses liens avec le conseil régional de Bourgogne sont forts et nombreux et ont donné lieu à la mise en place de plateformes (Nanocare par exemple pour la caractérisation de la toxicité de nanoparticules).

Enfin, au niveau du grand public, certains membres du département sont notablement impliqués, non seulement dans des actions de communications et de vulgarisation grand public, mais aussi dans des actions telles que la « fête de la science » et des interventions sur les ondes radio ou sur YouTube.

Appréciation sur ce critère

Tout en privilégiant une recherche à caractère fondamental, le département interagit de façon conséquente avec l'industrie dans le cadre de la valorisation de ses connaissances ou de ses compétences. En dehors de l'aspect chimie minérale, où les contrats sont bipartites, les collaborations se font essentiellement dans le cadre d'échanges sur des appels d'offre ANR. L'excellente communication du groupe vers le grand public doit être soulignée.

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

La structuration du département semble au premier abord se limiter au regroupement sous l'intitulé « Nanosciences », de cinq thématiques différentes, dont la cohérence scientifique n'est pas évidente à la simple lecture de leurs intitulés (nanoparticules pour le médical, AFM, biocapteurs plasmoniques, simulation protéines, interconnexions optiques). La visite du département a confirmé cette impression d'un grand écart et le comité d'experts n'a pas réussi à saisir quels étaient les intérêts et problématiques communs du département.

L'impression qui reste est que l'objectif de rassembler les différentes équipes de l'ICB en départements a conduit à regrouper sous le terme « nanosciences » des chimistes du solide, des physiciens de la photonique, des physiciens de l'AFM et des théoriciens. Il semble ainsi paradoxalement que les relations avec des équipes d'autres départements, soient plus nombreuses que les relations intra-département. Le comité d'experts note également une absence d'analyse de la situation (SWOT) et de mise en place de projets communs au sein du département pour les cinq prochaines années. Le fonctionnement du département sur la base d'équipes, qui évoluent presque indépendamment grâce à leurs propres contrats de recherche, est un risque, même si la quantité et qualité des contrats actuels attestent d'une très bonne dynamique.

En conséquence, le comité d'experts a eu des difficultés à se faire une idée claire sur le mode de fonctionnement interne du département « Nanosciences ». Il est par exemple difficile de savoir comment fonctionne la direction du département, si les équipes vont demeurer à l'identique et comment sera gérée la grande diversité thématique. La vie du département n'est pas évoquée dans le rapport bilan, ni la façon dont ses membres envisagent leur futur et à titre d'exemple, le comité d'experts n'a pas pu évaluer la fréquence avec laquelle les responsables d'équipes se réunissent pour définir de stratégies communes.

Appréciation sur ce critère

L'activité du département le plus pluridisciplinaire de l'ICB apparaît comme la plus morcelée. Cette impression, née de la lecture du rapport a été confirmée lors de la visite, avec une disparité thématique et géographique sur plusieurs bâtiments. Le comité d'experts encourage donc le département à entamer une réflexion approfondie visant à mettre en valeur ses compétences transversales pluridisciplinaires et éventuellement à faire naître de nouvelles activités. Il prendra cependant garde à ne pas sacrifier une recherche de qualité, menée dans une diversité assumée de ses thématiques. La pluridisciplinarité du département doit être une force et non une faiblesse.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Le département a accueilli 40 stagiaires de niveau pré-doctoral. 11 doctorants ont soutenu leur thèse entre 2010 et 2015 et 11 thèses sont en cours, ce qui représente sur la période un taux d'encadrement de 4 docteurs par cadre A (le nombre de MdC HDR n'étant pas précisé).

Certains membres du département sont très impliqués dans l'enseignement : responsabilité de six masters et récemment mise en place d'un master labellisé par l'industrie en relation directe avec les problématiques régionales en lien direct avec AREVA, responsabilité de dernière année d'école d'ingénieurs, organisation de sessions de formation sur les appareillages disponibles sur les plateformes de l'ICB.

Appréciation sur ce critère

Avec un nombre important d'enseignants-chercheurs le département est de façon naturelle fortement impliqué dans la formation. Cela se complète par la responsabilité de formations ouvertes vers le monde industriel.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Comme l'indique la partie introductive du rapport du laboratoire sur ses différents axes stratégiques, « matériaux pour demain », « procédés innovants », « capteurs », etc., le département « Nanosciences » joue un rôle clé dans la politique scientifique de l'ICB.

Dans la continuité du rapport bilan, le département présente ses projets sur la base des projets thématiques ; ces dernières sont maintenant au nombre de quatre :

- nanoparticules hybrides et nanostructures pour les applications biomédicales ;

- développement et applications de la microscopie à force atomique ;
- plasmonique et nanotechnologies ;
- théorie and simulations numériques des protéines et des nanostructures.

Le projet propose aussi de nouvelles thématiques, qui semblent toutes prometteuses, dans lesquelles théorie et modélisation apparaissent fédératrices.

Cependant dans sa globalité, à nouveau, le département apparaît davantage comme une juxtaposition d'équipes présentant chacune ses propres thématiques, que comme un tout cohérent. Le département ne semble pas proposer de stratégie pour la mise en place d'une vraie politique scientifique commune, qui s'appuierait par exemple sur la modélisation et qui ferait du département une place de choix en France dans les nano-bio-sciences avec des compétences uniques.

Appréciation sur ce critère

Le département n'exprime que peu de volonté de finaliser des projets communs. Les projets proposés sont essentiellement en continuité avec ceux déjà engagés, à l'exception de l'équipe simulation qui apparaît transversalement dans un grand nombre de projets collaboratifs qui représentent dans leur ensemble une lourde charge de travail difficilement compatible avec le développement d'une activité propre.

Conclusion

Le département « Nanosciences » est composé de chercheurs physiciens et physico-chimistes de haut niveau reconnus par leurs pairs tant au niveau national qu'international. Cependant il apparaît qu'à la suite de la restructuration récente du laboratoire en départements, ces chercheurs n'ont pas encore réellement élaboré une politique commune qui exploite leurs compétences complémentaires.

▪ Points forts et possibilités liées au contexte

- recherche et projets de niveaux national et international (projets européens) ;
- mise en place d'une plateforme de caractérisations de la toxicologie des nanoparticules ;
- reconnaissance internationale pour d'excellentes compétences aussi bien en synthèse qu'en modélisation des matériaux ;
- très bonne activité scientifique tant du point de vue qualitatif que quantitatif et très bonne reconnaissance à tous les niveaux. Coordination d'un grand nombre de réseaux régionaux, nationaux internationaux ;
- équipes du département très dynamiques et très réactives dont l'activité transverse leur permet d'être très adaptatives aux appels d'offres les plus variés.

▪ Points faibles et risques liés au contexte

- absence d'une analyse sur des objectifs fédérateurs pour le département, de stratégie permettant de fonder les bases de la nouvelle structure, et de projets transverses associant des compétences complémentaires. Une analyse SWOT aurait certainement permis d'aider à réfléchir et à fonder les bases de la nouvelle structure ;
- absence de projets communs de types collaboratifs entre les différents groupes, de structure de discussions pour la définition de la politique scientifique du département.

▪ Recommandations

- mettre en place une vraie politique de département pour mieux positionner ses activités au niveau du laboratoire, au niveau national et international, pour accroître la visibilité et l'impact des recherches ;

- fédérer et créer du lien entre les équipes. Mettre en place une structure interne, animée par le responsable du département, pour mettre en place une réelle politique scientifique.

Équipe 4 : Département PMDM (Propriétés Métallurgiques, Durabilité, Matériaux)

Nom des responsables : M. Sébastien CHEVALIER (Dijon)- M. Pierre SALLAMAND (Le Creusot)

Domaine d'activité de l'équipe

Le département PMDM (Procédés Métallurgiques, Durabilité, Matériaux) couvre un domaine de la science des matériaux focalisé sur la métallurgie des poudres (notamment leur élaboration, leur frittage et l'étude des phénomènes interfaciaux qui en découlent), sur les procédés de traitement des matériaux et des surfaces par laser (notamment le soudage et les traitements et fonctionnalisation de surfaces), et sur l'étude de la durabilité de ces matériaux (notamment le vieillissement des matériaux régi par des processus électrochimiques ou l'oxydation à haute température et l'évolution de leurs propriétés mécaniques). Les applications de ces recherches concernent principalement trois domaines d'activité : défense, nucléaire et transport. PMDM mène des collaborations soutenues avec des partenaires industriels.

Effectifs

Composition de l'équipe	Nombre au 30/06/2015	Nombre au 01/01/2017
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	26	41
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	2	4
N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	2,5	5
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	4	
N5 : Autres chercheurs (DREM, etc.)	2	
N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	5	
N7 : Doctorants	16	
TOTAL N1 à N7	57,5	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	16	

Bilan de l'équipe	Période du 01/01/2010 au 30/06/2015
Thèses soutenues	34
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	16
Nombre d'HDR soutenues	2

• Appréciations détaillées

Ce département est issu de la restructuration réalisée en mars 2015. Deux équipes étaient auparavant dans le département « Interfaces et réactivité des matériaux » et une équipe dans le département « Nanosciences ». Avec un effectif de 30 permanents et près de 30 non titulaires (enseignants-chercheurs contractuels, doctorants et post-doctorants), c'est le plus gros département d'ICB. Cet effectif augmentera encore pour passer à 43 permanents en 2017 du fait de l'intégration de personnels de l'UTBM. Les enseignants-chercheurs relèvent des sections du CNU 28, 31, 33, 60, 62.

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Les recherches menées au sein du département PMDM couvrent un large domaine allant du fondamental aux applications industrielles, dont la portée mérite d'être soulignée. Le partenariat industriel avec Arcelor Mittal, AREVA, ainsi qu'avec le CEA Valduc est fort.

Les activités du département sont orientées suivant deux axes. Le premier concerne la mise au point de procédés d'élaboration et de mise en forme rapides, avec transfert de chaleur élevé (plasma, laser, frittage) et leur corrélation avec les caractéristiques microstructurales des objets élaborés. Ainsi, la démarche adoptée présente le mérite de considérer simultanément le matériau ciblé et son procédé d'élaboration. Sont concernés tant les matériaux massifs que des revêtements. Les activités expérimentales s'appuient sur la plateforme d'élaboration de matériaux FLAIR, composée de deux halles technologiques, une au Creusot sur l'assemblage par laser, l'autre à Dijon sur le frittage. Cette plateforme témoigne d'une volonté de créer des ruptures méthodologiques. La modélisation thermomécanique et thermoélectrique des procédés y est également développée, dans le but de comprendre et de maîtriser les mécanismes qui régissent la germination ou la densification et leurs relations avec la croissance de la matière condensée.

Le deuxième axe concerne la relation entre la microstructure des matériaux et la durabilité des propriétés d'usage. Ces dernières sont les propriétés mécaniques, le comportement électrochimique et la tenue en température dans des atmosphères complexes. Sont étudiés tout particulièrement les matériaux ayant des microstructures originales, élaborés dans le premier axe. Il s'agit par exemple d'alliages intermétalliques élaborés par frittage flash et qui présentent une remarquable tenue à l'oxydation à haute température.

Plus particulièrement sur le thème scientifique de l'oxydation des matériaux métalliques à haute température, l'équipe M4Oxe utilise une méthodologie originale basée sur l'utilisation d'isotopes pour l'oxydation, afin de distinguer les mécanismes qui reposent sur la diffusion de l'oxygène vers l'intérieur de l'oxyde ou au contraire des cations métalliques vers l'extérieur. Cette équipe se situe parmi les meilleures en France dans le domaine de l'oxydation des matériaux pour applications à haute température, et a également une bonne réputation internationale. Dans le prolongement des travaux de cette équipe, on peut noter une approche originale des questions d'oxydation des interconnecteurs en acier inoxydable pour les piles à combustible, avec le développement d'une méthode d'étude in situ de la résistivité des couches d'oxydes. L'étude des phénomènes de corrosion fait aussi l'objet de travaux intéressants de l'équipe M4Oxe avec en particulier la mise en œuvre de la technique de sonde locale électrochimique à l'aide d'un capillaire. Un fort couplage avec le CEA-Valduc a été établi, ainsi qu'un partenariat avec des industriels tels que Michelin.

Sur la thématique de l'élaboration de poudres, l'équipe MaNaPi réalise des synthèses originales de poudres d'oxydes métalliques dans l'eau à l'état supercritique. Ces poudres servent ensuite à l'élaboration de matériaux par des méthodes de compaction et frittage. Certaines poudres sont fonctionnalisées en vue d'applications médicales, en collaboration avec le département Nanosciences.

Les travaux de l'équipe LTm sur le site du Creusot portent sur l'assemblage de métaux. Cette équipe a une grande compétence et de gros moyens techniques dans le domaine du soudage, et s'intéresse de façon croissante aux mécanismes sous-jacents et à leur simulation. Il en va de même de l'équipe de Chalon qui réalise des traitements de surface par laser en vue de propriétés tribologiques et de coloration par oxydation contrôlée, et s'intéresse aussi de façon croissante aux mécanismes qui sous-tendent ces procédés, notamment en développant la partie caractérisation.

Dans la période de référence, le département PMDM a organisé plus de treize séminaires, colloques et conférences nationales. Ses membres ont produit 134 publications dans des revues bien représentatives du domaine de la science des matériaux, de leurs technologies de fabrication et de leurs applications. Parmi ces publications, les articles les plus emblématiques de l'activité scientifique du Département PMDM ont été publiés dans *Intermetallics*, *Int. Journal of Hydrogen and Energy*, *Nanoscale*, *Crystal Growth and Design*, *J. Appl. Physics*. Au cours de la période examinée, les publications de PMDM ont fait l'objet de 832 citations. Deux brevets ont été déposés. Il faut noter

également la rédaction de neuf ouvrages et chapitres d'ouvrages sur les thématiques de l'oxydation, la corrosion, et les alliages à mémoire de forme. Avec 1,2 publications par permanent la production scientifique annuelle, relativement stable dans la durée du quinquennal, se situe en retrait par rapport aux autres départements de l'ICB ; cependant, elle est partiellement compensée par le fort volume des activités partenariales entretenues.

Appréciation sur ce critère

Le département PMDM poursuit des recherches originales et d'un très bon niveau sur les thématiques de durabilité des matériaux (oxydation à haute température, corrosion), de procédés de traitement des matériaux par lasers (soudage, traitements de surfaces) et de métallurgie des poudres (élaboration, frittage). Ces recherches concernent les relations « procédés d'élaboration et de mise en forme rapides - structure - durabilité des propriétés d'usage ». La production scientifique est en retrait par rapport aux autres Départements, avec des marges de progression significatives, mais ce retrait est balancé par une activité partenariale de très grande qualité.

Les résultats scientifiques sont significatifs ; ils sont publiés dans des revues connues du domaine dont l'impact a augmenté dans la deuxième partie du quinquennal. La poursuite des efforts entrepris permettra d'accroître le rayonnement international.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Par l'étendue des recherches poursuivies, allant du fondamental aux applications industrielles, le département PMDM occupe une place de premier plan en France dans des domaines qui relèvent de la métallurgie : traitements de surface, durabilité, frittage de poudres. L'activité est illustrée par une participation notable dans de nombreux GDR et GDRI, comités du CNU, associations et sociétés savantes. On notera aussi la gestion du plan national d'action concertée pour la création d'un Centre d'Excellence en Métallurgie des Poudres (CICERON), la participation d'un membre du département au comité d'évaluation du programme ANR-CEA ASTRID et au conseil et à la commission thématique PMF de la SF2M, l'organisation et la participation à des comités scientifiques de manifestations nationales (Matériaux, Journées GFC, Colloques), l'obtention d'une chaire industrielle supportée par AREVA NP (Le Creusot) dans le domaine du frittage HIP, qui a permis le recrutement d'un membre de l'équipe (sur un poste de professeur). Une forte implication dans des projets nationaux de type ANR et FUI est observée.

Quoique moins marquées, les activités internationales sont menées dans le cadre d'accords DGA-Israël, d'EFDA (European Fusion Development Agreement, maintenant EUROfusion) avec le CEA, d'INTERREG avec la Suisse et d'un projet ANR International avec deux universités finlandaises. Des publications sont co-signées avec des équipes en Pologne, Allemagne, Russie et Japon. On note également la participation à l'organisation, et à des comités scientifiques de plusieurs manifestations internationales. Trente invitations pour les membres du département à présenter leurs travaux dans des conférences et séminaires nationaux et internationaux. Il existe un fort potentiel d'accroissement des activités internationales.

Appréciation sur ce critère

Les membres du département PMDM développent des recherches reconnues, à fort caractère technologique et à ce titre ils entretiennent des liens privilégiés avec le tissu industriel régional. Dans ce cadre, la politique de valorisation et de transfert est présente, mais mériterait d'être plus visible. En parallèle, certains de ses membres sont actifs dans des instances nationales académiques. Les collaborations internationales sont conditionnées par le caractère dual et technologique des recherches et présentent un fort potentiel de développement.

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

Les enseignants-chercheurs et chercheurs du département PMDM s'impliquent fortement dans les structures et la vie de l'université et des autorités locales (régionales notamment) : conseils scientifiques universitaires, investissements d'avenir (IRT, IDEFI), centre de calcul, Pôle de l'Industrie Nucléaire en Bourgogne.

Les recherches applicatives et les relations contractuelles constituent un point fort du département. Les thématiques concernées sont essentiellement la mise en œuvre de matériaux par traitement laser (Le Creusot) et par la technique HIP (Dijon et Sevenans à venir), ainsi que l'oxydation et la corrosion. Elles se manifestent par la qualité et la pérennité de ces relations contractuelles avec des partenaires industriels (AREVA, création d'une chaire industrielle) et institutionnels (CEA-Valduc, création d'un Laboratoire de Recherche Commun). L'ouverture vers des PME est également efficace, notamment par la mise en place d'un laboratoire commun (ANR Labcom) avec la société

Laser Rhône-Alpes (LRA). Le transfert vers l'industrie est illustré par la conception, réalisation et vente à un industriel d'un instrument de détermination de conductivité électrique de couches qui se développent à la surface de connecteurs intermétalliques dans des conditions de fonctionnement de piles à combustible. La création de la plateforme FLAIR, certifiée ISO 90001-v2008, est un atout pour consolider et davantage augmenter les relations avec l'environnement socioéconomique régional et national.

Dans ce contexte, le département a une forte capacité à s'autofinancer à travers des sources diverses : aides de site (BQR), régionales, projets R&D de différents types (FUI/BPI, ANR, etc.), contrats directs avec des entreprises. Le partenariat fort entre le laboratoire et les industriels s'exprime au travers de programmes de recherche multipartites et bipartites.

Les membres du département contribuent à la dissémination de la culture scientifique : organisation de la manifestation « Village des Sciences », « Jardin des Sciences » et « Sciences Fest », participation à l'organisation d'expositions de vulgarisation. Il est enfin à noter le rôle protagoniste des membres du département dans la mise en place (septembre 2014) d'une formation master pro en alternance, intitulé « Procédés, Contrôles, Matériaux Métalliques pour l'Industrie Nucléaire », PC2M.

Appréciation sur ce critère

Le département PMDM se caractérise par une forte implication dans les structures et la vie de l'université et des autorités locales, un haut niveau des recherches applicatives et des relations contractuelles, une forte capacité d'autofinancement, et une activité soutenue de dissémination de la culture scientifique.

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

Le projet présenté par le département PMDM est né d'une bonne concertation à l'intérieur du département, entre les anciennes équipes LTm, M4Oxe et MaNaPI, et avec l'équipe du LERMPS de l'UTBM. Ceci présage favorablement du bon déroulement de la vie de ce département dans la prochaine période de contractualisation. Cependant, on trouve peu d'informations à ce propos dans le rapport. Un modèle d'animation est proposé, focalisé sur l'organisation de séminaires internes bimensuels, lors desquels des questions scientifiques seront traitées. Il est à juste titre pressenti que ces séminaires constituent le ciment pour la communauté PMDM. Malgré tout, cette proposition semble insuffisante pour élaborer et piloter une stratégie scientifique cohérente, pour définir une politique d'affectation des moyens consensuelle, pour gérer des aspects pratiques. S'il y a déjà une pratique bien établie de collaboration entre les sites de Dijon et du Creusot, il serait judicieux de s'appuyer sur cette pratique pour mettre en place des actions concrètes susceptibles de rapprocher les membres des quatre sites. En effet la taille importante, le nombre (quatre dans la prochaine période de contractualisation), l'éloignement géographique et la relative autonomie des équipes peuvent être des freins à la vie du département.

Appréciation sur ce critère

Le comité d'experts a constaté une convergence de vue et une bonne adhésion au schéma du département PMDM. Cependant, il convient de veiller à ce que l'éloignement géographique et la relative autonomie thématique et de fonctionnement des quatre sites ne conduisent pas à un certain cloisonnement. La mise en place de la plateforme FLAIR est un premier, mais important pas vers cette intégration.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Les membres du département PMDM sont dans leur grande majorité enseignants-chercheurs. A ce titre, ils sont fortement impliqués dans des instances de l'UB et ils interviennent dans toutes les formations proposées localement dans leur domaine : masters recherche et professionnel (notamment PC2M), enseignements à l'ESIREM, formation par alternance. Au cours de la période concernée, le département a accueilli 76 étudiants master et 50 étudiants en thèse, dont la formation a été systématiquement menée à terme, dans des durées trop longues (3,5 ans). Le taux d'encadrement est de 1,6 étudiant en thèse par ETPR pour la période, ratio qui pourrait sans doute être augmenté compte tenu des compétences et des moyens du département. Les étudiants en thèse publient deux articles en moyenne. Ils participent systématiquement à des congrès, nationaux et internationaux et ils interviennent dans les séminaires internes au département. Ils sont impliqués dans de nombreuses actions de vulgarisation.

Appréciation sur ce critère

On note une forte implication dans les instances de l'UB, avec des interventions dans toutes les formations du domaine, la création d'un master recherche et professionnel en collaboration avec le département Nanosciences de l'ICB et en collaboration avec les autres départements de l'ICB pour l'établissement du programme. 50 docteurs ont été formés au cours de la période de 5 ans, ce qui correspond à un taux d'encadrement sur cette période de 1,6 doctorant par ETPR. L'encadrement des doctorants est efficace, si on en juge par les publications, la durée moyenne des thèses, et une participation active à des congrès.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Le projet du département PMDM s'appuie sur trois piliers : les procédés de la métallurgie, la microstructure (considérée de manière générale) et la durabilité. Les recherches seront organisées selon deux axes principaux : relations entre procédés et microstructure et relations entre microstructure et durabilité. Ce projet est très cohérent ; il s'appuie sur les forces en ressources humaines et sur les moyens expérimentaux très performants dont dispose ce département. Dans le rapport transmis et lors de la visite, le département a présenté une auto-évaluation très objective. Les forces sont clairement son approche multidisciplinaire, une forte interaction avec l'industrie et avec le CEA Valduc, un potentiel en ressources humaines considérable, et des plateformes expérimentales performantes. Les relatives faiblesses ont également été bien identifiées: une production scientifique relativement inhomogène, la difficulté de publier certains travaux du fait de leur caractère très appliqué ou confidentiel notamment dans le domaine de la défense, l'absence de participation à des programmes européens, un rayonnement international limité (une seule conférence plénière dans des congrès internationaux dans la période 2010-2015). Le faible nombre de chercheurs CNRS, un manque de soutien en personnel technique et l'attractivité modeste de la métallurgie sont mis en avant comme des difficultés supplémentaires. Il convient néanmoins d'aller plus loin que le constat des difficultés et des menaces. Pour ceci, une démarche analytique minutieuse est nécessaire pour les appréhender dans leur étendue et totalité, et pour mettre en place des actions de remédiation. Il en est de même pour les forces et opportunités. Par exemple, l'utilisation de marqueurs, d'outils de caractérisation multi-échelles et de modélisation en éléments finis et en dynamique moléculaire sont des voies de recherche qui, tout en complétant des outils couramment utilisés, permettraient une approche plus mécanistique des phénomènes étudiés et augmenteraient les possibilités de production scientifique. Le rattachement du laboratoire LERMPS est une opportunité, car cela renforcera la capacité du Département à couvrir tous les aspects allant de la conception des matériaux aux procédés d'élaboration, à l'assemblage et la durabilité.

Appréciation sur ce critère

Le projet repose sur la liaison entre les procédés d'élaboration de matériaux métalliques et la durabilité des fonctions recherchées par l'intermédiaire de l'étude de la (micro-)structure des pièces obtenues. L'analyse SWOT est objective et complète ; il est nécessaire de bien mesurer chaque aspect pour en tirer parti pour tirer le département vers l'excellence.

Conclusion

Le département PMDM couvre un large domaine de recherches allant du fondamental aux applications industrielles. Il dispose de compétences fortes dans le domaine de la métallurgie des poudres (élaboration, fonctionnalisation, frittage), des procédés de traitement des matériaux par laser (soudage, traitement de surface) et de la durabilité des matériaux (oxydation à haute température, corrosion). Il dispose de plateformes expérimentales très performantes. Il a ainsi tous les atouts nécessaires pour aborder la prochaine période de contractualisation. Son projet de recherche est cohérent. Il s'intègre particulièrement bien aux objectifs de l'Université de Bourgogne Franche-Comté (UBFC) et, de façon générale, à ceux de la région Bourgogne Franche-Comté. L'intégration du LERMPS de l'UTBM est une opportunité qui élargira encore la capacité de PMDM à réaliser des recherches sur la préparation de poudres (par atomisation) et de revêtements (par projection thermique). Le département PMDM est bien armé pour répondre à la demande des financeurs (région Bourgogne Franche-Comté et industries implantées dans cette région).

La dispersion géographique sur quatre sites nécessitera une attention particulière dans l'organisation et la vie du département. Le risque inhérent à ce rattachement est un déplacement du centre de gravité des recherches vers des recherches à caractère encore plus technologique. Cependant les compétences en place et les équipements doivent aussi permettre de poursuivre des recherches amont, passant par la caractérisation fine des matériaux, la modélisation et la simulation, et visant la compréhension des mécanismes associés aux procédés d'élaboration et aux propriétés des matériaux.

▪ Points forts et possibilités liées au contexte

- ancrage fort au milieu socio-économique (AREVA, Arcelor Mittal, CEA Valduc), essentiellement régional ;
- domaines de compétences bien reconnus et complémentaires (SPS, HIP, oxydation des matériaux pour applications à haute température, corrosion en milieu nucléaire) ;
- potentiel en ressources humaines important ;
- plateformes expérimentales performantes ;
- forte implication dans les actions d'enseignement, permettant de bons recrutements ;
- rôle moteur des membres du département dans les instances et instruments de formation et de pilotage de la recherche du site ;
- ressources diversifiées ;
- apport de compétences supplémentaires avec l'intégration du LERMPS.

▪ Points faibles et risques liés au contexte

- forte dispersion géographique des quatre équipes du département ;
- activités de recherche relativement indépendantes par site, ne facilitant pas les actions concertées et intégrées ;
- projet peu consolidé pour ce qui est de la stratégie de recherche et de la gestion du département ;
- production scientifique un peu en retrait ;
- faible ratio chercheurs / enseignants-chercheurs, ne facilitant pas le partage des tâches et des missions, et par conséquent ne permettant pas de satisfaire tous les indicateurs ;
- internationalisation qui mérite d'être développée (notamment en augmentant la participation à des programmes européens), mais difficile du fait de la nature des recherches menées (défense, nucléaire) ;
- support technique parfois insuffisant.

▪ Recommandations

Maintenir l'activité de recherche applicative en partenariat industriel, et renforcer les recherches à caractère fondamental sur des problématiques physico-chimiques bien ciblées qui sous-tendent les applications.

Équipe 5 : Département COMM (Conception, Optimisation, Modélisation en Mécanique)

Nom du responsable : M. Samuel GOMES

Domaine d'activité de l'équipe

Le nouveau département COMM (Conception, Optimisation, Modélisation en Mécanique) qui intégrera l'ICB à partir de 2017 est issu du laboratoire M3M (Mécatronique, Méthodes, Modèles et Métiers) et plus précisément des équipes MOS (Modélisation et Optimisation des Structures) et INCIS (Ingénierie Numérique avancée pour la Conception Intégrée de Systèmes mécaniques) de l'UTBM. Ce laboratoire est actuellement rattaché à l'IRTES (Institut de Recherche sur les Transports, l'Énergie et la Société).

Depuis mars 2015 sont réunis sous une même bannière « groupe IRTES-MMP » (Mécanique Matériaux et Procédés), les laboratoires M3M et LERMPS-site de Sevenans (Laboratoire d'Études et de Recherches sur les Matériaux, les Procédés et les Surfaces), laboratoires qui demandent leur rattachement à l'ICB, respectivement dans les départements COMM et PMDM.

Le bilan présenté ci-dessous concerne l'ensemble IRTES-MMP dans sa globalité, tandis que l'analyse du projet se rapportera exclusivement au futur département COMM.

Effectifs

Dans le tableau ci-dessous, les chiffres entre parenthèses se rapportent à l'IRTES-MMP, hors parenthèses, ceux de l'équipe COMM :

Composition de l'équipe	Nombre au 30/06/2015	Nombre au 01/01/2017
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	(26) 13	13
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés		
N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)		
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	(3) 2	
N5 : Autres chercheurs (DREM, etc.)	(5)	
N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)		
N7 : Doctorants	(42) 21	
TOTAL N1 à N7	(76) 36	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	(15) 6	

Bilan de l'équipe	Période du 01/01/2010 au 30/06/2015
Thèses soutenues	(37)
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	
Nombre d'HDR soutenues	1 (1)

• Appréciations détaillées

L'effectif actuel du groupe IRTES-MMP est de 34 permanents dont 5 IR. Sur cet effectif, on compte 15 permanents (13 EC et 2 ECC) qui formeront le département COMM. Les 13 autres EC iront vers le département PMDM.

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Le groupe IRTES-MMP se consacre à des recherches portant sur des champs scientifiques qui s'étendent de la conception et du dimensionnement thermomécanique optimisé à la réalisation de composants ou pièces parachevées, en incluant la maîtrise de matériaux précurseurs, des procédés d'élaboration, la simulation des procédés et des propriétés apparentes. Trois thèmes scientifiques sont identifiés :

1. Conception, Modélisation et Optimisation de l'interaction Produit-Procédé-Matériau ;
2. Simulation : Mécanique, Procédés, Propriétés, Durabilité ;
3. Procédés : Poudres, Fabrication additive, Revêtements.

Les chercheurs qui rejoignent le département COMM appartiennent aux thèmes 1 et 2, tandis que ceux du thème 3 rejoindront le département PMDM.

Pour le premier thème, les activités concernent plus particulièrement le domaine du génie mécanique et s'intéressent à des champs scientifiques liés à la conception mécanique, au développement d'outils et de méthodes de conception et à l'ingénierie des connaissances. Les verrous traités sont doubles, d'une part l'articulation entre connaissances expérimentales et leur traduction numérique et d'autre part la mise en œuvre des outils numériques et notamment la gestion des flux de données. Les méthodes et les outils développés permettent la mise en place de démarches novatrices autour du triptyque produit-procédé-matériaux. Ce domaine est occupé par peu d'équipes sur le plan national (Grenoble, Poitiers), voire européen (EPFL...).

Le second thème a pour activité centrale la simulation numérique rapportée ici au triptyque matériau-procédés-conception. Les modélisations sont multi-échelles et souvent multi-physiques, elles partent du niveau atomique et peuvent aller jusqu'au niveau système. Cela permet par exemple une meilleure compréhension des interactions procédés/propriétés de revêtements réalisés par projection thermique.

Le troisième thème a trait à des travaux sur les procédés d'élaboration de pièces ou de revêtements utilisant des poudres métalliques. Les principales facettes des procédés sont étudiées : la maîtrise du procédé d'atomisation pour l'élaboration des poudres de départ, les procédés d'élaboration de matériaux en couches par voie sèche et la déclinaison de l'ensemble sur une grande partie du cycle de vie, allant jusqu'à l'élaboration de pièces par fabrication additive. Les importantes interactions avec le milieu industriel et la gestion de la plateforme expérimentale TITAN (de l'élaboration de matériaux précurseurs sous forme de poudres, à la fabrication additive de pièces par micro-fusion laser sous lit de poudre et de revêtements épais par projection thermique) placent cette activité à un tout premier plan.

Le groupe IRTES-MMP mène ainsi des travaux sur des axes novateurs et qui ont tous une finalité applicative certaine, attestée par de nombreux liens avec le monde industriel (8 thèses en convention CIFRE et plus de 200 contrats industriels sur la période observée).

Dans son bilan, l'IRTES-MMP fait état de 262 publications de type ACL dans des journaux indexés au JCR. Après un pic en 2013, on observe un léger tassement du nombre de publications de type ACL. Le ratio par enseignant-

chercheur est très bon, 9 ACL par EC pour la période expertisée. A cela s'ajoute 37 autres publications dans des journaux non indexés, 153 présentations dans des congrès internationaux et la participation à la rédaction de 5 chapitres d'ouvrages.

La grande variété de journaux est le reflet de l'ouverture thématique et des différents angles de vue du traitement des recherches (J. Therm. Spray Techno, Computer Aided design, J. of Material Processing and Technology, J. of Alloys and Compounds, Material and Design, Surf. Eng., J. of Mathematical Physics, Int. J. of solid structure, Int. J. of Heat and Mass Transfer ...). Les niveaux des journaux sont dans la norme des journaux de qualité du domaine. Enfin, notons que ce groupe est à l'origine du dépôt de 7 brevets.

Appréciation sur ce critère

L'équipe a une activité soutenue et effectue des travaux originaux qui se situent à un excellent niveau dans la communauté académique. L'étendue des sujets traités est vaste : ingénierie des connaissances, développement d'outils et de méthodes de conception, simulation numérique des procédés et du comportement des matériaux, élaboration de poudres métalliques et de pièces ou de revêtements utilisant ces poudres. La production scientifique est en léger retrait comparativement à d'autres équipes de l'ICB, mais ce retrait est largement balancé par le grand nombre de contrats industriels réalisés, dont certains sont valorisés par le dépôt de plusieurs brevets.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe est présente dans différents réseaux scientifiques nationaux (CNRS plasma froid et mécanique, commission poudre et matériaux frittés SF2M, association de prototypage rapide, GDR Abioplasm, SEEDS, Aco-Chocolas...) et mène des collaborations scientifiques avec de nombreux laboratoires français.

Au niveau international, des collaborations académiques ont été établies avec le Fraunhofer UMSICHT (matériaux nouveaux), les universités de Nottingham, Cranfield (UK), Tampere (Finlande), Jiaotong de Xi'an (Chine), Tsinghua (Chine) (projet FP7 People « IPACS »), le CNRC de Montréal, l'EPFL... Ces nombreuses coopérations se sont concrétisées d'une part, par des séjours dans ces universités (72 au total), ou l'accueil de chercheurs étrangers à l'UTBM et d'autre part, par des publications communes.

L'équipe est impliquée dans plusieurs projets européens (5 dont 4 FP7), dans des projets nationaux (3 ANR, 5 FUI) ou régionaux. Des chercheurs du groupe IRTEs-MMP sont impliqués de manière récurrente depuis 2006, dans un projet européen portant sur l'élaboration et la caractérisation d'abrasifs (projet européen E-break). L'équipe est impliquée dans l'organisation des séminaires européens LASERAP'6 et LASERAP'7 et la co-organisation d'une conférence internationale (IFIP WG 5.7 APMS 2014). Un chercheur du groupe a été récipiendaire d'une distinction par la « Thermal Spray Society » pour sa contribution à la science et la technologie des procédés de projection thermique.

Appréciation sur ce critère

L'équipe est très active sur les plans nationaux et internationaux, où elle apparaît bénéficiant d'une très bonne visibilité. Des collaborations pérennes ont été établies au fil des années. Plusieurs membres sont actifs dans les réseaux nationaux académiques et industriels.

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

L'interaction avec l'environnement économique est une préoccupation forte des enseignants-chercheurs de l'UTBM. Cela se traduit par exemple par le croisement de projets académiques et industriels menés sur les deux plateformes technologique et numérique (TITAN) du groupe IRTEs-MMP à Sevenans. Plus de 200 contrats de prestations, mais aussi de recherche partenariale (8 conventions CIFRE) ont été effectués sur la période de référence, ils sont gérés par le SAIC de l'UTBM. Ces liens nombreux et pérennes permettent le financement de personnels techniques sur fonds propres à partir de contrats industriels.

Les procédures mises en œuvre sur la plateforme technique TITAN sont certifiées ISO 9001 et ISO 13485. Cela concerne tant les activités de prestation que de formation continue. L'importance de l'activité en lien avec l'environnement social et économique se traduit aussi par le dépôt de sept brevets d'invention en tant que co-inventeur.

Le laboratoire s'ouvre au monde extérieur par l'implication de plusieurs enseignants-chercheurs dans la diffusion de la culture scientifique aux plus jeunes (dispositif ASTEP, « fête de la science », « un chercheur dans ma classe »...). Une antenne de l'association « Elles bougent » est hébergée à l'UTBM (action de promotion des métiers d'ingénieures et de techniciennes en direction du public féminin) à laquelle participent plusieurs enseignantes-chercheuses et doctorantes. On relève aussi un comportement proactif de l'association des doctorants pour des actions vers l'environnement social, économique et culturel avec par exemple la participation des doctorants du groupe au concours « ma thèse en 180 secondes » ou l'organisation de rencontres doctorants/entreprises.

Appréciation sur ce critère

Groupe très actif dans l'environnement social et économique. Les partenariats industriels sont solides et nombreux, la communication auprès du grand public est présente.

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

L'évolution vers l'ICB, proposée par le groupe IRTES-MMP, apparaît comme mûrement réfléchi depuis plusieurs années. C'est en 2012 que la décision a été actée d'un regroupement entre le LERMPS et M3M pour éventuellement se diriger plus tard vers un rattachement à une structure de type UMR. La convergence scientifique va de fait pour les acteurs : plusieurs co-encadrements de thèses, des projets communs en nombre soutenus par la région et l'Europe, des séminaires mis en place pour renforcer les liens scientifiques. De plus, les deux laboratoires se sont rattachés à la même école doctorale (ED SPIM) et y ont un représentant commun. En 2015, le groupe adopte volontairement le même nom, IRTES-MMP, pour acter cette convergence et concrétiser une demande conjointe de rattachement à l'ICB.

Dans chacun des laboratoires, les choix de positionnement individuel ont été respectés. Au total, six enseignants chercheurs ne souhaitent pas évoluer vers l'ICB (trois LERMPS (vers FEMTO-ST) et trois M3M (un PR et deux MCF travaillant sur les piles à combustibles), en raison notamment d'une plus grande proximité thématique avec des membres d'un autre laboratoire franc comtois.

Le groupe IRTES-MMP est structuré comme un laboratoire avec un directeur élu et un conseil de laboratoire composé de dix membres élus et cinq membres de droit. Environ dix réunions/an permettent le suivi des activités scientifiques, techniques, financières et administratives. L'animation scientifique se fait au travers de : (i) un séminaire annuel durant lequel les doctorants de 2^{ème} année font un exposé complet de leurs travaux tandis que les autres font une présentation synthétique ; (ii) des présentations mensuelles des doctorants accueillis sur la plateforme technologique de Sévenans.

Appréciation sur ce critère

Bien que n'étant pas à l'origine une structure unique, l'IRTES-MMP a adopté un mode de fonctionnement unifié et a su initier une vie scientifique commune dans le but de préparer la future intégration à l'ICB.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Tous les doctorants et candidats à l'HDR du groupe MMP sont inscrits à l'École Doctorale n°37 "Sciences Pour l'Ingénieur et Micromécanique" (SPIM, ED 37).

38 doctorants ont été formés au sein des équipes de l'IRTES-MMP pour la période 2010-2015. La durée moyenne de thèse est de 40,5 mois. Cette durée supérieure à 36 mois est expliquée par la spécificité des financements de 42 mois dont bénéficient les doctorants chinois (15 thèses sur la période observée). La proportion de ces thèses (15 sur 38) atteste de l'attractivité de cette filière de recrutement vis-à-vis des universités chinoises. Une autre particularité concerne le taux moyen particulièrement élevée de 5 publications par doctorant. L'indicateur présente néanmoins une certaine disparité. En effet, 4 doctorants n'ont pas de publication dans une revue à comité de lecture tandis que quatre docteurs chinois en ont entre 12 et 27. Ces étudiants, généralement de haut niveau car issus d'une sélection en Chine assez sévère, ont une culture de la publication très poussée. Pour les non publiant la cause résulte d'un blocage avec les entreprises les employant (CIFRE) ou pour des velléités de brevet abandonnées. Dans l'ensemble, les carrières des docteurs sont assez équilibrées entre secteur public (48 %) et privé (37 %).

Les chercheurs bénéficient d'un programme d'échange dans le cadre de programme FP7- « People » IPACS dans lequel UTBM est partenaire avec quatre autres universités (deux au UK, deux en Chine). Sept chercheurs du groupe ont ainsi séjourné en Chine et une trentaine de chercheurs étrangers ont été accueillis par le laboratoire.

Deux enseignants-chercheurs du laboratoire participent à la vie de l'ED en tant que membres de la commission pédagogique et de la commission formation. Les actions concernent le suivi des doctorants (accueil, auditions en 2^{ème} année et séminaire annuel) et l'aide à la dissémination des résultats de leurs travaux (financement de participations à des conférences).

L'équipe a contribué à la mise en place de deux cours de spécialité de niveau doctorat à l'ED SPIM (Hyperelastic Materials et Plasma Spraying ; Nouveaux Matériaux) et participe à plusieurs cours de niveau M2 ou doctorat en France et à l'international (notamment en Chine). Elle a élaboré et dispense plusieurs cours de formation continue qualifiante en projection thermique et fabrication additive (6 sessions pour 20 à 25 auditeurs industriels).

Appréciation sur ce critère

Les enseignants-chercheurs du groupe sont très impliqués dans la formation par la recherche. Un effort important est fait en direction des étudiants chinois qui par ailleurs fournissent un important contingent de doctorants pour l'UTBM.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Le projet du département COMM se positionne autour de l'étude du comportement mécanique des systèmes complexes dans le cadre d'approches multi-échelles / multi-niveau, et avec pour ambition de couvrir les aspects allant du besoin client au prototype. Il s'articule autour de deux thèmes qui reprennent tout ou partie des thématiques de l'IRTES-MMP (actuels thèmes 1 et 2) :

- méthodes et outils avancés pour l'interaction, la conception et l'optimisation de la relation Produit-Procédé-Matériaux ;
- modélisation numérique et simulation.

Dans le premier thème, les directions de développement envisagées portent sur la production de nouvelles connaissances, méthodes et outils destinés à mieux concevoir, dimensionner et élaborer. On se place dans le cadre très actuel de l'usine du futur (collaborative, flexible et interopérable) : conception optimisée, développement d'architectures associant produits et services, conception 4D pour impression 4D, procédés reconfigurables et robotique collaboratifs (cobotics), bio matériaux et éco-design... Développement d'une plateforme numérique dédiée à la modélisation, la simulation et l'optimisation du comportement mécanique des structures.

Dans le second thème, les recherches sont menées dans le but d'accroître la compréhension du comportement des matériaux en ayant pour cadre la mécanique numérique. On cherche à développer des méthodes et des outils pour modéliser puis optimiser les structures : poursuite de l'activité sur l'étude des comportements non-linéaires en mécanique numérique (applications en biomécanique ou optimisation des structures), les travaux sur les méthodes sans maillage, le couplage de méthodes d'optimisation classiques avec des méthodes méta-heuristiques, l'optimisation topologique.

En termes d'évolution, le choix d'ICB parmi d'autres options sur le site ou à proximité, a résulté de plusieurs facteurs : (i) mêmes méthodes de travail notamment avec PMDM ; (ii) Affinité et complémentarité avec PMDM ; (iii) possibilité pour le LERMPS de continuer à travailler avec les mécaniciens du M3M, (iv) le projet structurant CICERON, mais aussi de démarrer une collaboration forte entre les différents sites d'ICB et les équipes PMDM et COMM. Par ailleurs, le rapprochement d'ICB permettra d'accroître les collaborations en interne. Par exemple, la simulation multi-échelle et multi-physique permet de créer un lien entre mécanique et science de matériaux (projet européen). Dans le document remis par l'ICB, le schéma stratégique incluant la création et intégration du département COMM dans l'ICB, insiste sur l'apport du département COMM pour les études des matériaux développés par PMDM. Les compétences en modélisation du département COMM et notamment celles basées sur la théorie des invariants visant à décrire la réponse des matériaux sous différentes conditions ou contraintes est une plus-value nette pour les recherches menées par PMDM.

Quelques actions/projets, menés ou à mener, en collaboration avec le département PMDM d'ICB sont évoquées :

- simulation du soudage ;
- proactive and spatio-temporal design of smart product ;
- modélisation multi-physique et optimisation des interactions produit-procédés-matériaux ;
- méthodes métaheuristiques pour l'optimisation topologique de nouveaux matériaux.

Le portfolio industriel conséquent apporté par le département COMM lors du rattachement l'ICB est mis en avant par l'ICB comme un atout important pour le laboratoire.

Appréciation sur ce critère

Le projet propose un élargissement disciplinaire et le croisement entre plusieurs activités du laboratoire. Proposition d'ouverture partenariale vers des partenaires académiques et industriels.

Conclusion

▪ Points forts et possibilités liées au contexte

- moyens matériels amenés par des plateformes technologiques performantes ;
- interaction avec le monde industriel ;
- participation à des projets européens et collaborations soutenues avec des équipes de recherche chinoises ;
- l'intégration du département COMM dans l'ICB apparaît comme une démarche souhaitée et réfléchie par les deux parties ;
- l'existence de collaborations avec l'ICB et notamment PMDM est un atout pour rendre cette intégration gagnante.

▪ Points faibles et risques liés au contexte

- pas de chercheur à temps plein ;
- manque de personnel technique pour assurer la pérennisation des développements informatiques menés ;
- l'éloignement entre le site de Sevenans et le reste d'ICB ;
- à l'état actuel, éloignement thématique entre le Département COMM et les Départements du domaine de la physique d'ICB.

▪ Recommandations

Le département COMM sera intégralement localisé sur le site de Sevenans et il sera nécessaire de mettre en place une politique de département et une animation scientifique efficace entre ce département et les autres acteurs du laboratoire.

Il faudra veiller à poursuivre les projets communs avec les membres de PMDM et à créer de nouvelles collaborations avec les autres départements.

L'attention doit être portée pour assurer à chaque doctorant une production scientifique satisfaisante. Par ailleurs, le personnel, notamment BIATSS qui dans sa majorité a adhéré au rapprochement avec l'ICB doit être informé et accompagné dans la période de transition.

Équipe 6 : Département INTERFACES

Nom du responsable : M. Bruno DOMENICHINI

Domaine d'activité de l'équipe

Le département INTERFACES a été constitué par regroupement de trois équipes du laboratoire (ASTER, SIOM et GERM). Ses chercheurs mènent des études fondamentales dans le domaine de la chimie physique des surfaces et des interfaces (solide/gaz, solide/liquide ou solide/solide). Leurs travaux sont dédiés au développement de modèles et concepts thermodynamiques ou cinétiques. Ils s'adressent de façon générique à l'étude de l'évolution des interfaces et se fondent sur une grande complémentarité entre des approches expérimentales et des simulations numériques.

Effectifs

Le département INTERFACES est composé en 2015 de 25,5 permanents (8 PR, 4 MCF dont 3 HDR, 3 DR-CNRS, 5 CR-CNRS dont 3 HDR, 1 IR UB, 1 AI-CNRS, 1 Tech-CNRS, 1 Tech-UB, 1,5 Adm) soit 12 ETPT, de 13 doctorants et de 3 post-doctorants. Les chercheurs relèvent majoritairement de la section 14 (CNRS) et de la section 31 (CNU). Un chercheur (MCF) relève de la section CNU 63.

Composition de l'équipe	Nombre au 30/06/2015	Nombre au 01/01/2017
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	12	12
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	8	7
N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	5,5	4
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	2	
N5 : Autres chercheurs (DREM, etc.)	3	
N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	1	
N7 : Doctorants	13	
TOTAL N1 à N7	44,5	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	18	

Bilan de l'équipe	Période du 01/01/2010 au 30/06/2015
Thèses soutenues	28
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	17
Nombre d'HDR soutenues	4

• Appréciations détaillées

Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Les recherches menées au sein du département INTERFACES se distinguent au plan national par l'originalité de la démarche scientifique qui jette un pont entre études fondamentales des processus aux interfaces, et problématiques de contrôle et de rationalisation de la mise en œuvre de matériaux complexes. L'étude aux interfaces est clairement le fil rouge permettant le regroupement naturel des trois équipes et de leurs thématiques historiques. Les travaux s'appuient sur la maîtrise d'une large palette de techniques d'analyse chimique et structurale, de techniques d'imagerie et de codes numériques de simulation et de modélisation (méthodes ab initio, dynamique moléculaire, éléments finis).

Des contributions majeures ont été apportées dans le domaine des interfaces solide/gaz avec l'étude de la stabilité hydrothermale d'un solide hybride poreux de type MOF (Metal-Organic Framework). Rompant avec les études antérieures sur les interactions de l'eau avec des structures rigides de type zéolithe, des résultats inédits ont été obtenus sur la structure MOF qui se distingue par une grande flexibilité, conduisant en présence de gaz au phénomène bien connu de respiration. L'étude expérimentale et théorique des mécanismes d'hydratation du réseau a conduit à construire un diagramme de stabilité différenciant en fonction de la température et de la pression, quatre types de liaisons hydrogènes. Cette recherche de nature très fondamentale aura un impact certain sur de futures applications industrielles de ces matériaux grâce à la compréhension fine de leur comportement en présence d'eau.

Dans le domaine de la réactivité des matériaux cimentaires où des chercheurs de ce département ont acquis une notoriété internationale, une avancée significative de la connaissance des cinétiques d'hydratation a été obtenue grâce à la détermination de la constante de solubilité du silicate tricalcique, constituant principal du ciment standard. Inaccessible jusque-là, compte tenu de la complexité des équilibres chimiques mis en jeu, cette constante a pu être mesurée grâce au développement d'une mesure en ligne des éléments dissous par ICP-AES (Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectroscopy) et du contrôle fin de leur précipitation. Ces travaux ont fait l'objet en 2011 de deux articles dans la revue « Cement and Concrete Research », classés au second et neuvième rang (122 citations et 72 citations, respectivement) des articles les plus cités publiés dans cette revue sur la période 2010-2015.

La forte interaction au sein du département entre expérimentateurs et théoriciens mettant en œuvre les simulations numériques multi-échelles, s'illustre par les travaux menés sur la fluidité d'une pâte cimentaire. A partir de simulations en dynamique moléculaire intégrant des potentiels d'interaction appropriés à la nature des interfaces, les mécanismes à l'origine de la fluidification observée lors de l'addition d'un poly-électrolyte, ont été élucidés. Cette avancée a permis de rationaliser l'utilisation de polymères à blocs traditionnellement utilisés dans l'industrie pour modifier les forces de cohésion entre particules d'hydrosilicate de calcium et agir de façon significative sur les propriétés du ciment afin de lui conférer ses caractéristiques de ductilité. Cette recherche a été menée dans le cadre du projet ANR BRIDGE, coordonné par le département INTERFACES et d'une collaboration avec BASF. On retrouve cette complémentarité entre simulation numérique et développements expérimentaux, dans la prédiction à long terme de la stabilité des aciers utilisés dans les structures de stockage souterrain des déchets nucléaires. L'apport des modélisations par la méthode des éléments finis a permis l'extrapolation des données expérimentales de stabilité obtenues au laboratoire vers des temps non accessibles par l'expérience (au-delà de 100 ans). Dans le domaine du contrôle de la corrosion de surfaces métalliques, la simulation de type éléments finis a conduit au développement des capteurs de corrosion en collaboration avec un partenaire industriel. Ces recherches s'inscrivent dans le cadre du LABEX ACTION dans lequel l'ICB et notamment le département INTERFACES est intégré.

L'imagerie à l'échelle nanométrique et la spectroscopie chimique sont des activités importantes de ce département. Une technique de spectroscopie d'absorption a été développée à l'échelle nanométrique pour réaliser une cartographie chimique de couches minces et de films nanostructurés élaborés à partir d'oxydes métalliques. Les compétences en analyse de surface des chercheurs du département dépassent le cadre du laboratoire puisqu'ils utilisent couramment des techniques de pointe comme le rayonnement synchrotron. Les mesures de diffraction résonante de photoélectrons au synchrotron italien Elettra, associées aux modélisations par DFT ont par exemple permis de comprendre à l'échelle atomique l'effet d'un excès local de charge sur la croissance d'un défaut de surface sur la surface (110) de TiO₂ rutile.

Le regroupement dans le département INTERFACES des trois équipes ASTER, SIOM et GERM donne lieu à une nouvelle proposition de lecture des recherches menées en par ces trois équipes et dont on découvre un plan d'action dans le projet du département. Cette nouvelle lecture soutient des changements de paradigmes tels que l'intégration de l'effet du temps, de la réactivité ou de la réponse à une sollicitation extérieure dans le procédé d'élaboration et la

mise en œuvre d'un matériau et le développement de systèmes intelligents permettant de suivre la dynamique d'évolution à partir de la rationalisation des relations entre échelles nano/moléculaire et macro.

La production scientifique des chercheurs du département INTERFACES est de très bon niveau. Sur la période concernée, on dénombre deux publications par permanent et par an et ces 209 publications ont été citées 1446 fois. Les équipes font, de plus, état de 9 conférences invitées, 6 conférences plénières, 6 keynotes, 146 contributions orales, 7 brevets et 5 chapitres de livres. Par ailleurs, on peut souligner que la politique éditoriale amène les acteurs de ce département à se positionner de façon assez équilibrée entre des revues généralistes sélectives et à fort impact dans le domaine de la chimie physique (Langmuir, Phys. Rev., J Chem. Phys., J Phys. Chem.) et des revues plus spécialisées (J. Catal., Electrochim. Acta, Corros. Sci., Sensors, Cem. Concr. Res.).

Les chercheurs du département INTERFACES sont impliqués dans de nombreux réseaux et partenariats, le plus emblématique étant le consortium NANOCHEM réunissant des partenaires académiques européens et des acteurs industriels majeurs dans le domaine des matériaux cimentaires. Cette collaboration de long terme a permis de financer quatre projets d'envergure. Des collaborations étroites et suivies sont également établies avec des chercheurs des grands instruments, notamment avec plusieurs équipes des lignes de lumière de SOLEIL (LUCIA, SAMBA et CASSIOPEE).

Appréciation sur ce critère

Le département INTERFACES se distingue au plan national par l'originalité de la démarche scientifique, qui jette un pont entre études fondamentales originales, rationalisation de la mise en œuvre de matériaux et compréhension de la structure des surfaces complexes par des modélisations ab initio à différentes échelles. La production scientifique est de grande qualité et la politique éditoriale contribue au rayonnement des chercheurs de ce département sur le plan national mais aussi international. Malgré une diminution du nombre de chercheurs permanents (trois MCF sortants qui n'ont pas été remplacés), les chercheurs de ce département ont maintenu un haut niveau de production. L'implication des chercheurs sur le long terme dans des réseaux et des collaborations à forte visibilité nationale et internationale est remarquable.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Les chercheurs du département INTERFACES ont activement participé à quatre programmes européens, six programmes ANR, trois programmes du CNRS et vingt et un projets régionaux ainsi que trois projets avec des fondations ou des universités étrangères. Dans la thématique de l'élaboration et étude de surface d'oxydes pour application piles à combustibles, les chercheurs du département ont une renommée nationale (coordination du projet ANR IMAGINOXE) et internationale (participation au programme européen FP7-CHIPCAT visant au développement de films minces de nanocatalyseurs). Le domaine de l'étude des phases cimentaires se situe également sur un niveau d'excellence tant sur le plan national (pilotage du projet ANR BRIDGE visant au contrôle de la pâte cimentaire par ajout de polyélectrolytes) qu'international (forte participation à un programme ITN et l'obtention de plusieurs projets avec EPFL, PSI, EMPA, Université de Lund). L'attractivité à l'international se mesure également par l'accueil de trois professeurs, et notamment d'un professeur italien (INFN), une pointure dans le domaine du formalisme de la diffusion multiple du photoélectron créé lors de l'interaction rayonnement matière régissant les techniques de diffraction résonnante de photoélectron ou d'absorption X.

Le recrutement exogène d'une jeune CR2 en 2012 sur la thématique « simulation DFT des propriétés structurales et électroniques des matériaux » résulte en grande partie de la construction par les acteurs du département de liens étroits entre théoriciens et expérimentateurs.

Les chercheurs du département ont une grande visibilité au sein de réseaux et/ou d'infrastructures de recherches. Ainsi plusieurs ont siégé ou siègent en tant que membres de section CNU 31 et membres nommé ou élu du comité national du CNRS en section 14. Plusieurs membres du département participent à des comités scientifiques nationaux et internationaux et un de ses membres participe au comité éditorial de Cement Wapno Beton. Des chercheurs de ce département sont également impliqués dans le conseil scientifique de l'Université de Bourgogne et dans la coordination d'un des cinq « work packages » (WP1 : Matériaux Fonctionnalisés) qui constituent le programme scientifique du Labex ACTION.

Les chercheurs de ce département se mobilisent fortement pour participer à l'organisation et à la coordination de manifestations scientifiques et notamment les actions nationales de l'Association française Zéolithe et du Club Micro Capteurs ainsi que les symposiums internationaux organisés dans le cadre des réseaux et projets dans lesquels ils sont impliqués « Molecular simulations in cement systems » (NanoCem réseau) et « Low-precious-metal-content

catalysts for PEM fuel cells » (projet CHIPCAT). Un des chercheurs du département siège dans le comité de direction de la société internationale d'adsorption (IAS), ainsi que dans celui de la société française en compagnie d'un autre collègue. Enfin, les membres de ce département sont auteurs et co-auteurs de cinq chapitres de livres pour des grandes maisons d'édition (Springer, Dunod, Wiley).

Appréciation sur ce critère

Les chercheurs du département Interfaces sont très actifs dans l'organisation de manifestations nationales et internationales, très largement impliqués dans la coordination de réseaux et comités de sociétés savantes. Ils participent sur le long terme à l'évaluation de la recherche. Leur notoriété et leur positionnement scientifique les conduisent à piloter de nombreux projets européens, nationaux et régionaux. Les activités de ce département sont particulièrement attractives si l'on considère le nombre élevé de financements de programme de recherche obtenus tant au niveau européen que régional ainsi que leur participation à la rédaction d'ouvrages.

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

La valorisation des études et le transfert méthodologique vers l'environnement économique constituent un point fort du département. Il se manifeste par la qualité et la pérennité de ses relations contractuelles avec plusieurs partenaires industriels. Le choix de partenaires stratégiques représentatifs (ARCELOR, AREVA, SAFRAN, DASSAULT, ANDRA, CEA, LAFARGE) avec lesquels des partenariats stables dans la durée et dans les financements de la recherche amont est remarquable. Il en résulte une capacité à financer des projets à partir de sources diverses et notamment de contrats directs avec des entreprises.

Un membre de ce département est à l'origine du dépôt d'une série de six brevets internationaux qui ont conduit à la création de la start-up I-TEN qui mise sur une rupture technologique pour le stockage de l'énergie dans des applications mobiles. Cette start-up a été récemment récompensée par un premier prix d'innovation de 2 M€ montrant combien la recherche amont du département a un fort succès et impact dans la vie économique de la région.

Plusieurs actions de formation / séminaire sont organisés à destination des industriels. Ces rencontres et échanges sont de nature à influencer la position de ces partenaires dans leur recherche aval ; elles sont propices au ressourcement des problématiques de recherche amont des chercheurs.

Les membres du département INTERFACES sont fortement impliqués dans la diffusion de la culture scientifique. Ils participent à des événements ou actions tels que la fête de la science, la nuit des chercheurs, experimentarium, et sont également force de proposition et de communication vers le grand public et vers les lycéens, à travers leurs propres actions : conférences dans des lycées (un chercheur -une classe), accueil de classes dans le laboratoire (une vingtaine par an).

Appréciation sur ce critère

La valorisation des études et le transfert méthodologique vers l'environnement économique sont un point fort du département. La qualité et la pérennité des relations contractuelles avec plusieurs partenaires industriels et la création d'une start-up qui s'appuient sur les recherches amont du département sont des exemples remarquables. Les membres du département sont fortement impliqués dans la diffusion de la culture scientifique en étant force de communication vers le grand public et vers les lycéens, à travers leurs propres actions : conférences dans des lycées, accueil de classes dans le laboratoire (une vingtaine par an).

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

Comme tous les départements d'ICB, le département INTERFACES est représenté dans le comité de pilotage du laboratoire (réunions bimensuelles en présence du coordinateur des départements et direction élargie). Le département a mis en place des séminaires réguliers afin de faciliter les collaborations entre projets et de continuer à favoriser la symbiose entre modélisation, simulation et expérimentation. En termes de locaux, les chercheurs de ce département conduisent leurs activités à deux étages différents, dans des laboratoires d'une certaine exigüité. Cette contrainte les a conduits, avec leurs appuis techniques à concevoir des équipements modulables selon les thématiques de recherche à un instant t. L'accès aux plateformes technologiques comme ARCEN-Carnot se déroule sans problème apparent, de surcroît la participation de personnels du département INTERFACES au fonctionnement de certains

équipements de ces plateformes communes est sans aucun doute une plus-value pour l'accessibilité et l'adaptabilité aux besoins de recherches.

Appréciation sur ce critère

Bien que la structuration soit récente, l'ensemble des acteurs s'est bien approprié l'organisation et la vie du département. La mise en place de séminaires réguliers permettra de mieux évoluer vers une organisation et une vie correspondant aux attentes et aux besoins des chercheurs et des personnels techniques. En termes de locaux, les chercheurs de ce département conduisent leurs activités à deux étages différents dans les laboratoires d'une certaine exigüité.

Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Les chercheurs du département INTERFACES sont fortement impliqués dans la formation par la recherche. Plusieurs enseignants-chercheurs de ce département ont eu ou ont des responsabilités importantes : direction du département de chimie, direction de la première année, direction de masters. Le département est à l'origine, en adéquation avec ses thèmes de recherche, de la création d'un Master « Contrôle et durabilité des matériaux » (créé en 2012) dont les effectifs ont rapidement crû. Plusieurs étudiants issus de cette formation ont rejoint le département en doctorat. Le département a accueilli environ soixante stagiaires (M1 14, M2 24 + BTS/DUT Ingénieur lycéens). Vingt-sept thèses ont été soutenues sur la période et onze sont en cours. Les financements de ces thèses se répartissent de façon équilibrée entre financement public, financement sur projet et financement industriel. Une grande partie des docteurs (45 %) rejoignent l'industrie après leur diplôme sans expérience post-doctorale supplémentaire montrant combien la formation dispensée au sein du département répond parfaitement aux exigences et demandes des recrutements/partenaires industriels.

Appréciation sur ce critère

Les chercheurs du département INTERFACES sont fortement impliqués dans la formation par la recherche. Les financements de ces thèses se répartissent de façon équilibrée entre financement public, financement sur projet et financement industriel. Une grande partie des docteurs rejoignent l'industrie après leur diplôme, sans expérience post-doctorale supplémentaire, montrant combien la formation dispensée au sein du département répond parfaitement aux exigences et demandes des recrutements/partenaires industriels.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Le département propose une reconfiguration thématique en deux axes majeurs qui constituent une nouvelle lecture des activités historiques de ses membres. Cette proposition s'inscrit dans le schéma du projet de l'unité (matériaux du futur, capteurs) en intervenant dans deux des trois défis affichés par la direction : défi 2 : Matériaux avec une fonctionnalité contrôlée, défi 3 : Matériaux durables. Le projet s'inscrit lui-même dans le schéma stratégique de l'UBFC : « matière programmable », notamment dans le cadre du LABEX ACTION.

Les deux axes mis en avant dans le projet du département concernent la fédération des activités de recherche sur l'adsorption, l'électrochimie, la corrosion, le transport et la réactivité d'oxydes. L'intégration de ces activités vise à promouvoir le développement de capteurs innovants, dans le contexte entre autres du stockage de déchets nucléaires. Le premier axe s'inscrit dans une continuité forte de six projets en cours avec les acteurs économiques et industriels de la filière du stockage des déchets nucléaires (CEA, ANDRA) ; il concerne les études de corrosion, du transport dans les ciments, la physico-chimie du ciment ou de structures pour zone d'enfouissements de déchets ainsi que l'étude exploratoire de la séparation isotopique de l'hydrogène par adsorption sur des zéolithes. Le second axe concerne le développement de capteurs de gaz par mesure de modification de la conductivité du matériau après adsorption, et de capteurs de corrosion pour application dans le secteur de l'aéronautique. Pour pallier l'inconvénient des capteurs de gaz fondés sur la chimisorption, qui oblige des traitements préalables en température pouvant conduire à des réorganisations structurales, il est proposé d'utiliser des capteurs fondés sur la physisorption et dont la réponse est mesurée par transduction micro-onde.

Il faudra bien sûr veiller à ce que les chercheurs impliqués sur d'autres systèmes que ceux énoncés ci-haut trouvent une place au sein de ces axes fédérateurs quand les engagements en cours (ANR, contrats) seront finis. L'animation scientifique au sein du département aura donc une grande importance pour préparer cette transition, sachant que les expertises scientifiques de ces chercheurs sont pleinement complémentaires de celles déjà mises en

œuvre dans les axes fédérateurs. Le projet est crédible, puisqu'on y retrouve le savoir-faire des équipes dans le domaine de l'étude du transport au niveau moléculaire au sein de matrices mésoporeuses ou dans le domaine des micro-ondes et des études aux interfaces (solide-gaz, solide-liquide, électrochimie, corrosion) notamment lors de l'élaboration des matériaux. La synergie entre expériences et modélisation numérique multi-échelle que suppose ce projet est une plus-value sur laquelle le département INTERFACES a su capitaliser ces dernières années, notamment par de récents recrutements.

Appréciation sur ce critère

Le projet à cinq ans du département INTERFACES s'inscrit dans le schéma stratégique de l'UBFC : « matière programmable », notamment dans le cadre du projet ISITE-BFC. Le projet est crédible sur la base des actions en cours et des expertises puisqu'on y retrouve le savoir-faire des équipes. L'animation scientifique au sein du département aura une grande importance pour préparer la transition vers une recherche fédérée en axes incluant tous les acteurs et savoir-faire du département. La synergie entre expériences et modélisation numérique multi-échelle est une plus-value indéniable.

Conclusion

Le département INTERFACES se distingue au plan national par l'originalité de sa démarche scientifique, qui permet de jeter un pont entre études fondamentales originales et rationalisation de la mise en œuvre de matériaux et de la structure des surfaces complexes par des modélisations ab initio à différentes échelles. Des avancées significatives ont été obtenues notamment grâce à une grande complémentarité entre des approches expérimentales et des simulations numériques à plusieurs échelles. La production scientifique est de grande qualité. La notoriété et le positionnement scientifique de ses acteurs les conduisent à être leader ou co-leader de nombreux projets européens, nationaux et régionaux. La valorisation des études amont et le transfert méthodologique vers l'environnement économique constituent un point fort du département. Il se manifeste par la qualité et la pérennité de ses relations contractuelles avec plusieurs partenaires industriels et a abouti à la création d'une start-up qui s'appuie sur six brevets internationaux déposés par un chercheur du département. Les chercheurs sont fortement impliqués dans la formation par la recherche. Plusieurs membres de ce département ont eu/ont des responsabilités importantes en termes de formation initiale. Une grande partie des docteurs rejoint l'industrie après leur diplôme, montrant combien la formation par la recherche dispensée au sein du département répond parfaitement aux exigences et demandes des partenaires industriels. Le projet à cinq ans s'inscrit dans le schéma stratégique de l'UBFC. Les deux axes concernent la fédération des activités de recherche sur l'adsorption, l'électrochimie, le transport et la réactivité d'oxydes dans le contexte du stockage de déchets nucléaires, d'une part, et, d'autre part l'intégration de diverses activités et expertises dans le domaine de la corrosion et de l'élaboration de films minces d'oxydes pour le développement de détecteurs innovants de corrosion et de gaz. Le projet est crédible sur la base des actions en cours et des expertises puisqu'on y retrouve le savoir-faire des équipes. L'animation scientifique au sein du département aura une grande importance pour préparer la transition entre une recherche historique en équipes plus ou moins cloisonnées dans leur savoir-faire technique et une recherche fédérée en axes incluant tous les acteurs et savoir-faire du département.

▪ Points forts et possibilités liées au contexte

- spécificité et originalité de l'approche scientifique, avancées et productions de niveau international ;
- visibilité des compétences et notoriété des expertises, leader de nombreuses actions de recherche ;
- fortes interactions avec les partenaires stratégiques et excellente implication des chercheurs au sein de réseaux thématiques nationaux et internationaux ;
- forte implication dans la formation par la recherche en lien avec les attentes du secteur économique ;
- nouvelle proposition de lecture des activités en relation avec le schéma stratégique de l'UBFC.

▪ Points faibles et risques liés au contexte

- réduction du potentiel de chercheurs permanents liés à des départs à la retraite ou à des promotions dans d'autres structures en raison du faible nombre de concours de niveau PR sur le périmètre de

l'UBFC. De nouveaux leaders dans certaines thématiques du département devront émerger pour conduire la recherche et la maintenir à son niveau de l'excellence ;

- réduction du financement de la recherche par le conseil régional de Bourgogne Franche Comté.

- **Recommandations**

L'animation scientifique au sein du département aura une grande importance pour préparer la transition entre une recherche historique en équipes plus ou moins cloisonnées dans leur savoir-faire et une recherche fédérée en axes, incluant tous les acteurs et le savoir-faire du département. La synergie entre expériences et modélisation numérique multi-échelle que suppose ce projet est une plus-value indéniable du département INTERFACES. Il faudra veiller à ce que le potentiel humain soit maintenu à son niveau actuel.

5 • Déroulement de la visite

Dates de la visite

Début : Mercredi 2 décembre 2015 à 9 heures

Fin : Vendredi 4 décembre 2015 à 15 heures

Lieux de la visite

Institution : Université de Bourgogne, Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne

Adresse : 9 avenue A. Savary, Dijon

Deuxième site éventuel

Institution : Université de Technologie Belfort Montbéliard, Laboratoire M3M

Adresse : Rue de Leupe, Sevenans

Déroulement ou programme de visite

	02-déc	03-déc			04-déc
		08:00		voyage	
09:00		09:00		8h02-8h52	09:00
09:15	accueil	09:15	visite sous-comité d'experts 1	gare - labo	09:15
09:30	comité d'experts	09:30			09:30
09:45	huis-clos	09:45	visite sous-comité d'experts 2	visite sous-comité d'experts 3 (Belford)	09:45
10:00		10:00	ICQ	COMM - PMDM	10:00
10:15	présentation bilan	10:15			10:15
10:30		10:30	pause		10:30
10:45	questions	10:45	INTERFACE		10:45
11:00		11:00	visite sous-comité d'experts 1		11:00
11:15	bilan - projet	11:15			11:15
11:30	ICQ	11:30	NANO	rencontre personnel	11:30
11:45	pause	11:45			11:45
12:00	bilan - projet	12:00		rencontre resp. équipes	12:00
12:15	PHOTONIQUE	12:15			12:15
12:30		12:30			12:30
12:45		12:45			12:45
13:00	déjeuner avec responsables équipes	13:00	déjeuner avec jeunes recrutés	labo - gare	13:00
13:15		13:15			13:15
13:30		13:30			13:30

13:45	bilan - projet	13:45		voyage	13:45	
14:00	NANO	14:00	rencontre	ED Carnot Pasteur	13h36 - 15h51	14:00
14:15		14:15				14:15
14:30	bilan - projet	14:30	visite sous-comité d'experts 1	visite sous-comité d'experts 2		
14:45	PMDM	14:45				
15:00		15:00				
15:15	bilan - projet	15:15				
15:30	COMM	15:30	PHOTONIQUE	PMDM		
15:45	bilan - projet	15:45				
16:00	INTERFACE	16:00			gare - labo	
16:15		16:15			visite sous-comité d'experts 3	
16:30	pause	16:25				
16:45		16:40	pause			
17:00	rencontre	17:00	rencontre			
17:15	tutelles	17:15	docs et post-docs			
17:30		17:30	rencontre			
17:45	présentation plateforme	17:45	ITA - BIATSS			
18:00		18:00				
18:10		18:15	rencontre Chercheurs et Enseignants- Chercheurs			
18:25	comité d'experts	18:30				
18:40	huis-clos	18:45	comité d'experts			
18:55		19:00	huis-clos			
19:10		19:15				

6 ● Observations générales des tutelles

Le Président

à

Monsieur Pierre GLAUDES
HCERES
Directeur de la section des unités de
recherche
20 rue Vivienne
75002 Paris

Dossier suivi par :
Colette SCHMITT
Directrice du Pôle Recherche
colette.schmitt@u-bourgogne.fr

Dijon, le 15 mars 2016

Objet : Evaluation HCERES S2PUR170011820 - LABORATOIRE INTERDISCIPLINAIRE CARNOT DE BOURGOGNE - 0211237F

Monsieur le Directeur,

Je vous remercie pour l'envoi du rapport d'évaluation comportant un avis globalement très positif sur le laboratoire « Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne (ICB) » qui associe l'université de Bourgogne, le CNRS et l'UTBM et vous prie de bien vouloir trouver ci-après les observations formulées par son Directeur, Monsieur Alain Dereux.

Le laboratoire ICB bénéficie d'une réelle reconnaissance dans ses thématiques scientifiques, de par son attractivité et sa visibilité, qui mérite d'être saluée.

Il convient par ailleurs d'apprécier sa grande implication dans la future grande région Bourgogne Franche-Comté, comme le souligne le rapport. Les différents sites du laboratoire ICB lui conféreront une place majeure au sein de ce nouveau territoire.

Je tiens enfin à réaffirmer le soutien de l'université de Bourgogne à cette unité de recherche.

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

Alain BONNIN





Dijon, 15/03/2016



Au : Président de l'Université de Bourgogne
Maison de l'Université
Esplanade Erasme
Dijon

Objet : S2PUR170011820 - LABORATOIRE INTERDISCIPLINAIRE CARNOT DE BOURGOGNE - 0211237F

Monsieur le Président,

Suite à l'évaluation de l'ICB par l'HCERES, nous souhaitons attirer l'attention sur le tableau ci-joint qui répertorie les observations appelant des corrections dans le rapport d'évaluation reçu fin février 2016.

Si vous le souhaitez, je reste à votre disposition pour discuter ces points en détails car nous désirons que les modifications proposées dans le tableau joint soient pris en considération par l'HCERES.

Je vous remercie d'avance pour l'attention que vous accorderez au présent courrier.

Veillez agréer, Monsieur le Président, mes salutations distinguées.



Prof. A. Dereux
Directeur du Laboratoire ICB

CC : Mme Astrid LAMBRECHT, INP, CNRS
Mme Sophie CHAUVEAU, VP Recherche, UTBM
Mr Pascal NEIGE, VP Recherche, Université de Bourgogne

Page	Extrait qui, selon l'ICB, demande à être revu. <i>Commentaire sur l'extrait.</i>	Modification proposée.
10	<p>« A titre illustratif, il semblerait que le nombre d'auditeurs lors des soutenances de thèse soit en diminution depuis le regroupement physique-chimie ; la même remarque semble pouvoir être faite pour le taux de fréquentation des séminaires. »</p> <p><i>Ce commentaire ne repose sur aucune donnée chiffrée : le rapport ne fournit pas de statistiques sur ce point parce que les moyennes des fréquentations en question n'ont pas été ressenties à la baisse.</i></p>	Suppression de la phrase.
21A	<p>« Les études autour des fibres optiques pour l'infrarouge ont donné lieu à de nombreuses publications dans des revues spécialisées du domaine. Le comité d'experts note une progression au cours de ce contrat. Ces études, autour desquelles collaborent plusieurs chercheurs, s'inscrivent parfaitement dans le domaine des activités du département. <i>Leur visibilité au niveau national et international devra cependant être consolidée.</i> »</p> <p><i>La dernière phrase ne tient pas compte d'éléments factuels indiqués dans le rapport :</i></p> <p><i>au niveau national, l'activité est intégrée au GIS Grifon (GRoupement d'Initiatives pour les Fibres Optiques Nouvelles) et l'animateur de l'activité fibres optiques IR (F. Smektala), a été invité 5 fois en France lors de Workshop ou d'Ecoles d'été. Au niveau international, l'animateur a été invité 16 fois à l'étranger.</i></p>	Suppression de la dernière phrase du paragraphe, soit : « Les études autour des fibres optiques pour l'infrarouge ont donné lieu à de nombreuses publications dans des revues spécialisées du domaine. Le comité d'experts note une progression au cours de ce contrat. Ces études, autour desquelles collaborent plusieurs chercheurs, s'inscrivent parfaitement dans le domaine des activités du département. »
21B	<p>« Le développement de sources laser nanosecondes, essentiellement porté par un enseignant chercheur, fait l'objet de nombreuses collaborations avec les industriels utilisateurs. <i>A ce jour, elle reste cependant trop peu visible sur le plan scientifique notamment à l'échelle internationale.</i> »</p> <p><i>Bien que la thématique portée par O. Musset soit de nature "recherche industrielle", l'aspect académique international n'a pas été négligé comme indiqué dans le rapport : deux collaborations internationales avec le FORTH (D. Anglos) en Grèce et avec l'université Comenius en Slovaquie (P. Veis) ; avec une thèse en cotutelle France-Slovaquie (J. Rakovsky, soutenue en 2012). Malgré une nécessité de confidentialité très forte, l'activité de publication est conservée avec 4 publications depuis 2011 avec des partenaires internationaux.</i></p>	Suppression de la dernière phrase du paragraphe, soit : « Le développement de sources laser nanosecondes, essentiellement porté par un enseignant chercheur, fait l'objet de nombreuses collaborations avec les industriels utilisateurs. »
21C	<p>« Il faut cependant souligner que certaines activités, notamment sur les fibres et plus particulièrement sur les sources laser tout solide « Q-switchés » <i>n'ont pas aujourd'hui le même rayonnement et attractivité à l'échelle internationale. Pour cette activité, une ouverture plus importante et des collaborations avec le monde académique à l'échelle nationale paraissent souhaitables.</i> »</p> <p><i>Pour l'activité « fibres » : le rapport indique l'existence d'un accord contractualisé entre l'UB et le Toyota Technological Institute au Japon pour des échanges de permanents et d'étudiants.</i></p> <p><i>Pour l'activité « Sources laser solides » : les critères d'excellence académique sont difficilement applicables à une activité essentiellement portée sur la recherche industrielle même si l'activité académique est conservée comme expliqué dans le commentaire 21B. En outre, à l'échelle nationale le "développement laser" travaille étroitement avec les CEA de Saclay et Valduc sur la thématique de la LIBS avec notamment une thèse UB/CEA. Une collaboration a également été mise en place avec la géologie et l'archéologie via les laboratoires Biogeosciences et ArtéHis de l'UB. Il est infondé de dire que</i></p>	« Si certaines activités de la partie sources laser solides et applications n'ont pas le même rayonnement à l'échelle internationale, elles compensent cette situation par une recherche industrielle et des activités de transfert qui confortent l'ensemble du bilan du Département Photonique ».

Page	Extrait qui, selon l'ICB, demande à être revu. <i>Commentaire sur l'extrait.</i>	Modification proposée.
	cette activité manque d'ouvertures.	
22-23	<p>« Toutefois, la prospective autour de la thématique « sources lasers solides pour applications » accentue le différentiel déjà existant entre les thématiques « verres et fibres non linéaires pour l'IR » et « technologies lasers pour applications ». La thématique « fibres » propose des perspectives intéressantes qui s'appuient sur des interactions avec des membres du département et d'autres acteurs académiques à l'échelle nationale (notamment via les ANR HOLIGRALE et Continuum) tandis que la thématique autour des lasers nanosecondes tout solides reste centrée sur des collaborations avec des PME locales sans perspective d'ouverture au monde académique à l'échelle locale (notamment au sein du laboratoire), nationale ou internationale. Il est dommage que ces vraies compétences pointues sur les lasers ne soient pas davantage mises à profit. »</p> <p>Le focus sur l'activité « lasers nanosecondes » est disproportionné alors que le rapport indique cette activité n'implique que un permanent.</p> <p>Liés à cette activité, les partenariats avec les entreprises ont quasi exclusivement lieu avec des entreprises nationales hors région Bourgogne-Franche Comté. Le seul partenariat local est avec la société URGO (qui est une ETI et pas une PME) et pas pour du développement laser mais pour du conseil scientifique. Les autres entreprises partenaires sont par exemple Bertin Tech (Aix en Provence) IVEA, Quantel Laser (région parisienne) Resolution Spectra Systems (Grenoble), Laselec (Toulouse). Il y a déjà eu deux licences de transfert pour industrialisation de sources laser avec Bertin et IVEA et une troisième vient d'être signée avec Laselec. Il est difficile d'attendre plus d'un seul permanent !</p>	<p>« Au sein de la thématique « sources lasers solides pour applications », la prospective se différencie de manière significative, entre des projets de recherche académique intéressants concernant la partie « verres et fibres non linéaires pour l'IR », qui s'appuient sur des interactions avec des membres du département et d'autres acteurs académiques à l'échelle nationale, et la thématique des lasers nanosecondes tout solides, qui reste centrée sur des collaborations industrielles, en relation avec une activité principale de recherche industrielle et transfert. Il serait souhaitable qu'une partie des compétences pointues concernant ces sources laser puisse aussi être mise à profit via de nouvelles interactions au sein du laboratoire. »</p>
26-27	<p><u>Département Nanosciences - Appréciation sur la production et la qualité scientifique</u></p> <p>« Les thématiques abordées par le département « Nanosciences » sont variées. Les projets menés sont largement pluridisciplinaires et bien que prometteurs, sont difficiles à faire aboutir. La qualité scientifique ne montre pas d'hétérogénéité manifeste d'une thématique à l'autre et semble globalement très bonne, parfois excellente, malgré la difficulté d'établir une politique scientifique cohérente à l'échelle du département. Cette impression est confirmée par l'examen des indicateurs que sont le nombre et la qualité des publications, par la forte implication du département dans de nombreuses collaborations scientifiques avec des collègues extérieurs, mais aussi au sein du laboratoire qui semble offrir un terrain fertile. »</p> <p>Tout d'abord, la seconde phrase est susceptible de nombreuses interprétations. Il ne peut être sous-entendu que les projets du département NANOSCIENCES n'aboutissent pas au vu de la qualité et de la quantité ses résultats scientifiques soulignées par le comité. Nous comprenons que le comité reconnaît la complexité des projets et nous proposons de reformuler plus clairement cette phrase.</p> <p>Globalement, cette appréciation sur ce critère n'est pas cohérente avec le commentaire de la page 9 intégré à l'appréciation globale de l'ICB: « Enfin, mentionnons les activités du département Nanosciences orientées vers les applications au secteur santé, qui bénéficient d'une remarquable synergie locale avec le pôle Santé de l'Université de Bourgogne, l'unité U866 l'INSERM, le Centre George François Leclerc et le CHU. »</p> <p>Les collaborations sur le campus avec le secteur santé ne sont</p>	<p>« La qualité scientifique est relativement homogène d'une thématique à l'autre et semble globalement très bonne, parfois excellente. Les thématiques abordées par le département « Nanosciences » sont variées et majoritairement orientées vers le développement de synergies avec le secteur santé du campus (INSERM U866, Centre de Lutte Contre le Cancer CGFL et CHU). Avec ce secteur santé, les projets sont largement pluridisciplinaires et, bien que prometteurs, sont des projets ambitieux qui demandent un investissement à long terme. Des collaborations avec les départements PMDM et PHOTONIQUE étant également à souligner, le département « Nanosciences » est donc clairement le ferment d'interactions entre les départements de l'ICB et un moteur de la recherche interdisciplinaire sur le campus. Cette forte ouverture vers des collaborations extérieures présente le danger de réduire les interactions entre les membres du département et complique la définition d'une politique scientifique intensifiant</p>

Page	Extrait qui, selon l'ICB, demande à être revu. <i>Commentaire sur l'extrait.</i>	Modification proposée.
	retenues dans l'appréciation spécifique au département Nanosciences comme des succès à mettre au crédit du département, succès parmi lesquels on compte des <i>contributions de la physique théorique et de la chimie physique à des articles de recherches cliniques qui constituent autant de raretés au niveau international. Comme expliqué lors de la visite du comité, le développement des actions avec le secteur santé constitue la politique scientifique cohérente du département Nanosciences. Le jury semble préférer des interactions intra-département aux interactions avec le secteur santé sur le campus.</i>	les interactions à l'intérieur du département. »
28	<p>« Il est par exemple difficile de savoir comment fonctionne la direction du département, si les équipes vont demeurer à l'identique et comment sera gérée la grande diversité thématique. La vie du département n'est pas évoquée dans le rapport bilan, ni la façon dont ses membres envisagent leur futur et à titre d'exemple, le comité d'experts n'a pas pu évaluer la fréquence avec laquelle les responsables d'équipes se réunissent pour définir de stratégies communes. »</p> <p><i>Ce reproche fait au département Nanosciences pourrait être fait à tous les départements de l'ICB. En effet, aucun département n'a décrit le détail de son fonctionnement ni la fréquence de ses réunions. Pour des raisons de concision (le document comptant néanmoins 469 Pages), la gouvernance de l'ICB a été condensée dans la section I.1.3. En particulier, il est précisé à la page 6 que « The former teams are temporarily kept to cope with daily life aspects (safety & hygiene, secretaries, sharing equipments and some consumables) <u>but they are not in charge of the scientific strategy anymore</u>. The latter is now endorsed by the five departments of Table I.1. (dans le tableau apparaît bien le département Nanosciences)», ce qui fournit une réponse claire à la question posée dans le rapport au sujet du futur des anciennes équipes et de la gestion de la diversité thématique.</i></p> <p><i>La question sur la fréquence des réunions du département Nanosciences a reçu une réponse lors de la visite du comité. Le directeur d'unité a certifié que le département Nanosciences est le département qui organise le plus de réunions relativement aux autres départements de l'ICB, réunions auxquelles s'ajoutent celles du projet régional NANO2BIO (application des nanotechnologies à la biologie et la médecine, en collaboration avec les acteurs du secteur santé du campus : hôpitaux, INSERM) auquel participent tous les membres du département Nanosciences.</i></p>	Suppression de la phrase
28	<p>« L'activité du département le plus pluridisciplinaire de l'ICB apparaît comme la plus morcelée. Cette impression, née de la lecture du rapport a été confirmée lors de la visite, avec une disparité thématique et géographique sur plusieurs bâtiments. Le comité d'experts encourage donc le département à entamer une réflexion approfondie visant à mettre en valeur ses compétences transversales pluridisciplinaires et éventuellement à faire naître de nouvelles activités. Il prendra cependant garde à ne pas sacrifier une recherche de qualité, menée dans une diversité assumée de ses thématiques. La pluridisciplinarité du département doit être une force et non une faiblesse. »</p> <p><i>Voir commentaires relatifs aux pages 26-27.</i></p>	« L'activité du département le plus pluridisciplinaire de l'ICB apparaît comme la plus morcelée <u>du fait de sa forte ouverture vers le secteur santé et les autres départements de l'ICB</u> . Cette impression, née de la lecture du rapport a été confirmée lors de la visite, avec une disparité thématique et géographique sur plusieurs bâtiments. Le comité d'experts encourage donc le département à entamer une réflexion approfondie visant à mettre en valeur ses compétences transversales pluridisciplinaires <u>internes au département</u> et éventuellement à faire naître de nouvelles activités <u>favorisant les les interactions à l'intérieur du département</u> . Il prendra cependant

Page	Extrait qui, selon l'ICB, demande à être revu. <i>Commentaire sur l'extrait.</i>	Modification proposée.
		garde à ne pas sacrifier une recherche de qualité, menée dans une diversité assumée de ses thématiques. <u>La pluridisciplinarité du département doit renforcer les liens entre les membres du département et non les réduire.</u> »
29 A	<p>« Le département n'exprime que peu de volonté de finaliser des projets communs. Les projets proposés sont essentiellement en continuité avec ceux déjà engagés, à l'exception de l'équipe simulation qui apparaît transversalement dans un grand nombre de projets collaboratifs qui représentent dans leur ensemble une lourde charge de travail difficilement compatible avec le développement d'une activité propre. »</p> <p>Après avoir appelé au développement d'interactions à l'intérieur du département Nanosciences (voir commentaire 26-27), le rapport émet un doute sur la pertinence de telles interactions car elles nuiraient au développement d'un sous-ensemble (équipe simulation) du département « Nanosciences ». Or, comme expliqué dans le commentaire 28, la politique scientifique n'est plus déclinée sur la base des anciennes équipes.</p> <p>En l'état, ce commentaire est inexploitable tant par le coordinateur du département Nanosciences que par la direction du laboratoire.</p>	<p>« En continuité avec les projets déjà engagés avec le secteur santé et d'autres départements de l'ICB qui constituent des points forts à préserver, les projets proposés sont essentiellement orientés vers des collaborations extérieures au département. Une exception est constituée par les théoriciens engagés dans les travaux de simulation qui apparaissent transversalement dans un grand nombre d'interactions internes au département. Ces interactions représentent dans leur ensemble une lourde charge de travail au vu du petit nombre de personnes impliquées dans les simulations. Le projet du département gagnerait à reposer sur un socle plus large d'interactions entre les membres du département. En d'autres termes, le liant du département ne devrait pas être limité aux théoriciens.»</p>
29 B	<p>« Le département « Nanosciences » est composé de chercheurs physiciens et physico-chimistes de haut niveau reconnus par leurs pairs tant au niveau national qu'international. Cependant il apparaît qu'à la suite de la restructuration récente du laboratoire en départements, ces chercheurs n'ont pas encore réellement élaboré une politique commune qui exploite leurs compétences complémentaires. »</p> <p>Comme il s'agit de la conclusion sur le département Nanosciences, les commentaires 26-27, 28 et 29 A s'appliquent de nouveau.</p>	<p>« Le département « Nanosciences » est composé de chercheurs physiciens et physico-chimistes de haut niveau reconnus par leurs pairs tant au niveau national qu'international. La forte ouverture vers des collaborations extérieures au département présente le danger de réduire les interactions entre les membres du département et complique la définition d'une politique scientifique intensifiant les interactions à l'intérieur du département. Il est cependant essentiel que le département prenne conscience que sa politique scientifique doit être rééquilibrée afin d'établir un socle solide d'interactions internes au département »</p>
29 C	<p>« Absence de projets communs de type collaboratifs entre les différents groupes, de structure de discussions pour la définition de la politique scientifique du département »</p> <p>Cette assertion est fausse. Des projets existent entre la thématique SERS et le groupe de théoriciens (une thèse théorique (dirigée par P. Senet) est consacrée à la simulation des spectres Raman mesurés par E. Finot et A. Leray. La thésarde Fatima Barakat a présenté ses résultats lors de la visite éclair du département par le comité. Le département NANO a des réunions régulières et la majorité des membres soumettent ensemble chaque année un projet régional commun</p>	<p>« Le département gagnerait à élargir et renforcer les projets communs collaboratifs au-delà du projet commun mené par le groupe des théoriciens et des expérimentateurs en SERS. »</p>

Page	Extrait qui, selon l'ICB, demande à être revu. <i>Commentaire sur l'extrait.</i>	Modification proposée.
	(NANO2BIO). Ce qui lie les acteurs du département est leur relation avec le secteur de la santé via des approches complémentaires (nanovectorisation, simulations, SERS, AFM...).	
32a	Il manque une référence sur l'association systématique entre modélisation/simulation numérique et approche expérimentales	Ajouter après le paragraphe sur MANAPI : "Il existe de fortes interactions entre les approches expérimentales et les approches numériques, notamment dans la simulation utilisant la dynamique moléculaire ou les éléments finis."
45	<p>« Malgré une diminution du nombre de chercheurs permanents (trois MCF sortants qui n'ont pas été remplacés), les chercheurs de ce département ont maintenu un haut niveau de production. »</p> <p>Les MCF sortants correspondent aux cas suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 demandes de changement d'UMR suite à un conflit interne au département INTERFACES; - une mise en disponibilité pendant une sorte de « tenure track » d'un MCF recruté au Japon. <p>Par conséquent, les postes en question ne sont pas vacants.</p> <p>L'Université de Bourgogne ne peut donc être implicitement mise en cause pour défaut de remplacement de ces postes.</p>	<p>« Malgré une diminution du nombre de chercheurs permanents (trois MCF sortants dont les postes ne sont pas vacants car il s'agit de deux changements de laboratoire au sein de UBFC et d'une mise en disponibilité), les chercheurs de ce département ont maintenu un haut niveau de production. »</p>