

LFP - Laboratoire Francis Perrin

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. LFP - Laboratoire Francis Perrin. 2009, Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives - CEA. hceres-02032167

HAL Id: hceres-02032167

<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02032167>

Submitted on 20 Feb 2019

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

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



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

Section des Unités de recherche

Rapport d'évaluation

Unité de recherche :

Laboratoire Francis Perrin (LFP) – URA 2453
du CEA



Mai 2009



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

Section des Unités de recherche

Rapport d'évaluation

Unité de recherche :

Laboratoire Francis Perrin (LFP) – URA 2453
du CEA



Le Président
de l'AERES

Jean-François Dhainaut

Section des unités
de recherche

Le Directeur

Pierre Glorieux

mai 2009



Rapport d'évaluation



L'Unité de recherche :

Nom de l'unité : Laboratoire Francis Perrin (LFP)

Label demandé : URA

N° si renouvellement : 2453

Nom du directeur : Mme Dimitra MARKOVITSI

Université ou école principale :

CEA

Autres établissements et organismes de rattachement :

CNRS

Date(s) de la visite :

19 et 20 mars 2009

Membres du comité d'évaluation



Président :

M. Christian BORDAS, Université de Lyon 1

Experts :

M. Villy SUNDSTROM, Université de Lund Suède

M. Gilles MAYNARD, LPGP, Université de Paris 11

M. Henri BACHAU, Celia, Université de Bordeaux 1

M. Sandro DE SILVESTRI, Polytechnico de Milan Italie

M. Patrice MELINON, Université de Lyon 1

M. Rainer WEINKAUF, Université de Düsseldorf, Allemagne

M. David PHILIPPS, Imperial College Londres, UK

M. Patrick MORA, CPhT, Ecole Polytechnique

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

M. François GUILLAUME, CoNRS

Mme Martine RICHARD VIARD, CoNRS

Observateurs



Délégué scientifique de l'AERES :

M. Jean Michel ROBBE

Représentant de l'université ou école, établissement principal :

M. Jean Paul VISTICOT, Direction des Sciences de la Matière CEA

M. Didier NORMAND, Chef de l'IRAMIS

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

M. Christian CHARDONNET, Institut de Physique

M. Francis SECHERESSE, Institut de Chimie

1 • Présentation succincte de l'unité

- Effectif (au 1er octobre 2008) 35 permanents et 20 non permanents, dont chercheurs CEA (13), chercheurs CNRS (10), ingénieurs CEA (4), techniciens et administratifs (8 dont 5 CEA et 3 CNRS), doctorants (10), post-doctorants (10)
- Nombre de HDR (13) ; nombre de HDR encadrant des thèses (6)
- Nombre de thèses soutenues (13) et durée moyenne lors des 4 dernières années (3,0 années), nombre de thèses en cours (10), taux d'abandon (0), nombre de thésards financés (10)
- Nombre de membres bénéficiant d'une PEDR (0)
- Nombre de publiants (23)

2 • Déroulement de l'évaluation

L'évaluation du Laboratoire Francis Perrin, Unité de Recherche Associée (URA 2453) entre le CEA et le CNRS, s'est déroulée sur deux jours, les 19 et 20 mars 2009 sur le site de Saclay. Cette évaluation a été réalisée conjointement et selon le même déroulement que l'évaluation du Service des Photons, Atomes et Molécules (SPAM) du CEA dans lequel est inclus le LFP. Au cours de ces deux journées l'activité de l'ensemble du SPAM a été évaluée. La suite de ce document est consacrée exclusivement à l'évaluation du LFP, avec mention éventuelle des équipes techniques du SPAM lorsque l'activité du LFP utilise les ressources communes, en particulier les serveurs lasers du SLIC.

La première journée a été consacrée à l'exposé des directrices du SPAM et du LFP et à la visite des équipes qui ont toutes débuté par des exposés scientifiques en comité restreint. Elle s'est terminée par la rencontre du comité avec les représentants du CEA et du CNRS. La seconde journée a permis de finir la visite des équipes avant de rencontrer les conseils représentatifs des deux laboratoires. Le comité s'est ensuite réuni à huis clos pour préparer le rapport d'évaluation ainsi que l'évaluation quantitative.

Les responsables d'équipes comme l'ensemble des membres du LFP sont parvenus à bien synthétiser leurs activités via leurs présentations orales et lors des visites. Une vision très complète de l'activité du LFP a ainsi été obtenue. Par ailleurs le comité a apprécié la grande qualité du rapport d'activité et des documents fournis sur lesquels s'appuie également ce rapport.

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

Le Laboratoire Francis Perrin (LFP) est l'une des composantes du SPAM (Service des Photons, Atomes et Molécules), service du CEA dont la mission est de conduire des recherches fondamentales autour de l'interaction laser-matière. Au sein de ce service, le LFP conduit toutes les activités qui relèvent de la physico-chimie avec des thématiques relevant de l'étude des propriétés structurales et dynamiques de molécules d'intérêt biologique, de l'étude de la dynamique réactionnelle à l'échelle élémentaire et de l'élaboration et de la caractérisation d'objets et édifices à l'échelle nanométrique. En raison de sa structure d'URA entre le CNRS et le CEA, le LFP est relativement indépendant du reste du SPAM d'un point de vue organisationnel, bien que son fonctionnement lui soit intimement lié, en particulier pour ce qui est de l'utilisation des ressources lasers du SLIC ou de l'atelier de mécanique sur lesquels le LFP peut s'appuyer au besoin.



L'organisation en équipes du LFP résulte en partie des regroupements qui ont conduit à sa création au début des années 2000, de l'attraction que le laboratoire a pu exercer sur des chercheurs en provenance de l'extérieur (mutations ou recrutements), et des mouvements internes au laboratoire qui ont permis, au gré des évolutions, de répondre aux besoins de développement de l'unité. Cette organisation a été notamment modifiée en 2008, maintenant la structure en quatre groupes mais avec des périmètres différents, pour valoriser au mieux le potentiel humain et favoriser les synergies et la visibilité.

Hébergé sur un campus CEA et partie intégrante d'un service CEA, le LFP est cependant une unité associée avec le CNRS sous forme d'URA. Il est rattaché majoritairement à l'Institut de Chimie (INC) avec une implication importante de l'Institut de Physique (INP). La proportion de chercheurs CNRS est voisine de 40% ce qui est un ratio suffisamment élevé pour montrer le fort ancrage et le fort soutien CNRS de l'unité. L'association du LFP au CNRS, l'implication de la plupart de ses membres dans des actions d'enseignement à des degrés divers (malgré l'absence totale d'enseignant du supérieur parmi ses membres), sa participation dans de nombreux GDR, son implication dans l'École Doctorale d'Orsay et dans le RTRA « Triangle de la Physique » lui assurent un bon couplage avec le système académique.

Le LFP compte 23 chercheurs permanents dont 13 CEA et 10 CNRS, ainsi que 12 personnels support dont 4 ingénieurs (tous CEA) et 8 techniciens et administratifs (5 CEA et 3 CNRS). Le poids du CNRS est donc tout à fait conséquent en termes de personnels chercheurs, il a d'ailleurs considérablement augmenté depuis la création du LFP en 2001. Cette augmentation est constante et souligne le fort soutien que le CNRS accorde au LFP, tout au moins en ce qui concerne les chercheurs. Le soutien du CNRS est plus faible pour ce qui est du personnel support et il semblerait logique que le CNRS fasse un effort pour rééquilibrer sa contribution au soutien technique et administratif et que le soutien en ITA apporté par les Instituts du CNRS suive le soutien en chercheurs qui résulte de l'attractivité du LFP et de la qualité de ses candidats. L'encadrement technique mériterait en effet d'être renforcé même s'il convient de souligner que le LFP fonctionne de manière tout à fait satisfaisante de ce point de vue grâce au support important des services propres du SPAM (mécanique, lasers...). Les recrutements de personnels, ainsi que les renouvellements associés aux différents mouvements au cours des années passées ont permis au laboratoire d'atteindre un réel équilibre qui paraît cependant parfois fragile sur certaines thématiques qu'il conviendra de renforcer dans le proche futur (voir analyse par équipes). Globalement au cours du dernier contrat l'effectif en personnels permanents est passé de 31 à 35, ce qui dans le contexte actuel est tout à fait positif. Il faut notamment retenir que six jeunes chercheurs ont été recrutés au cours de l'exercice 2004-2008 (4 CEA, 2 CNRS), bon indicateur de la vigueur des équipes qui ont toutes accueilli au moins un jeune chercheur permanent. Le personnel chercheur non permanent est relativement bien fourni par rapport aux permanents. Au 15/10/2008 il y a par exemple 10 post-doctorants au LFP. Ce personnel est cependant très inégalement réparti puisque 8 de ces post-docs sont affectés à l'équipe Édifices Nanométriques (EDNA) dont le grand dynamisme et l'obtention de soutiens et contrats nombreux permet ce type de recrutement. Le nombre de doctorants (13 thèses soutenues en 4 ans, 10 doctorants actuellement pour 13 HDR) est plutôt bon pour la discipline et légèrement supérieur au reste du SPAM, essentiellement en raison du caractère finalisé de certaines recherches conduites au LFP. Ce nombre satisfaisant de doctorants montre que le LFP est très attractif malgré l'absence d'association avec un établissement d'enseignement supérieur.

Le budget annuel moyen hors salaires personnels permanents de l'ensemble SPAM+LFP au cours des années 2004 à 2008 excède 3 M€ par an avec une répartition très inhomogène suivant les groupes. La répartition fluctue au fil des années mais elle est maintenant voisine de 50/50 entre SPAM et LFP. Les ressources ont atteint environ 1.8 M€ en 2008 pour le LFP. Au sein du LFP, l'équipe Édifices Nanométriques attire l'essentiel des ressources (environ les 3/4), en particulier au travers des programmes transverses du CEA qui a fait des nanosciences l'une de ses priorités, et du LFP un de ses laboratoires pilote en la matière. Les autres équipes ont cependant un niveau de ressources tout à fait correct, même s'il est sensiblement inférieur. Le nombre de contrats et réseaux européens auxquels le LFP émarge est nettement plus élevé que la moyenne nationale. Il faut également souligner la très bonne réussite du LFP aux appels à projets de l'ANR et l'excellente participation au RTRA Triangle de la Physique. Ces deux types de soutiens ont permis, en particulier sur des sujets en dehors des grandes priorités affichées par le CEA, de lancer de nouveaux projets de très grande qualité et particulièrement originaux qui font la spécificité du LFP. Le LFP jouit d'une excellente visibilité et ses équipes sont très largement reconnues dans la communauté nationale et internationale, qu'il s'agisse des activités biomolécules et dynamique réactionnelle d'une part (qui s'adressent souvent à la même communauté) que l'équipe Édifices Nanométriques concernée par une communauté relativement disjointe.



La production scientifique du LFP est dans l'ensemble abondante et de qualité. Chaque équipe contribue de manière proportionnée à sa taille et aucune faiblesse ne peut être relevée. Les activités dont le caractère est à forte composante valorisation ou application publient certes moins dans des revues internationales mais elles compensent largement ce déficit par une prise de brevets dynamique. Au cours de la période évaluée, 13 brevets ont ainsi été déposés, tous par l'équipe EDNA. Les équipes à vocation plus fondamentale privilégient à juste titre la publication dans des revues à fort impact comme JACS, PRL, etc.

Il ressort de l'analyse synthétique de l'activité du LFP que les principaux indicateurs de qualité de la recherche effectuée (qualité et nombre des publications et brevets, reconnaissance nationale et internationale) sont tous excellents. L'implication dans la vie scientifique locale à travers la formation doctorale, le Triangle de la Physique, et dans la communauté nationale et internationale de la recherche à travers les collaborations ou les participations aux conférences ainsi que le couplage avec le monde économique via les nombreux contrats et brevets, sont également de grande qualité. La participation très active du laboratoire dans un projet de diffusion des connaissances scientifiques via Internet au travers du projet européen e-Knownet, dont l'objectif est d'améliorer l'accessibilité à l'information scientifique et la meilleure compréhension des progrès scientifiques à destination du grand public, mérite également d'être soulignée et encouragée.

4 • Analyse équipe par équipe et par projet

4.1. Équipe Biomolécules Excitées :

L'équipe Biomolécules Excitées s'est spécialisée depuis quelques années dans l'étude de la photophysique et de la photochimie en phase condensée des composants de l'ADN : étude des chromophores monomériques d'une part, étude des hélices modèles d'autre part. L'équipe a apporté des contributions significatives à la compréhension de la dynamique de relaxation ultrarapide de bases simples et à l'élucidation des effets coopératifs dans les hélices d'ADN. L'ensemble de ces travaux est de grande pertinence pour la compréhension des mécanismes de résistance de l'ADN vis-à-vis du rayonnement UV mais aussi des réactions photochimiques responsables des mutations cancérogènes.

Il s'agit d'un domaine de recherche extrêmement compétitif au niveau international, avec quelques groupes du plus haut niveau et où l'équipe occupe une position de leader mondial en termes de publications et de citations. Un tel impact, basé sur des installations expérimentales de grande qualité (une grande partie des résultats obtenus repose sur un montage expérimental de mesure de la fluorescence ultrarapide construit par l'équipe) devrait continuer au vu de l'originalité du projet de recherche proposé. L'étude des bases pyrimidiques d'ADN en milieu condensé représente une approche intéressante pour examiner comment les propriétés photophysiques élémentaires de bases isolées peuvent être modifiées soit par le confinement dans le solvant, soit par l'environnement dans l'hélice de l'ADN. L'objectif important et le défi expérimental que représente la compréhension des mécanismes de l'endommagement de l'ADN par la lumière sont abordés à travers un ensemble d'expériences très bien conçues. Le programme de recherches futures présente également plusieurs sujets du plus haut intérêt. Par exemple un nouveau et très intéressant projet d'étude des interactions protéines-ligand est présenté.

L'originalité, la qualité et l'impact des travaux réalisés par l'équipe comme la pertinence de ses projets sont excellents malgré la petite taille du groupe (16 conférences invitées dans des conférences internationales, 23 articles publiés dans d'excellents journaux, dont 1 Nature et 5 JACS). A ce jour, l'équipe n'est pas loin d'être sous critique et l'activité femtobiologie repose très largement sur l'expertise d'un seul chercheur permanent. En vue de faire face au risque que cette situation représente, et afin d'accroître la production de l'équipe en termes quantitatifs, il semble que le recrutement d'au moins un collaborateur expérimenté ainsi que d'un doctorant soit un minimum. Le renforcement de l'équipe semble également particulièrement nécessaire pour initier les nouveaux projets comme l'étude des interactions protéines-ligand par exemple.

Les études de photochimie et de photophysique de biomolécules bénéficieraient à l'évidence d'un élargissement du spectre des méthodes expérimentales utilisées. Cet objectif pourrait être atteint par exemple au moyen d'une interaction et d'une collaboration accrues avec les équipes du SPAM.



- Points forts :
 - Équipe en position de leader au niveau mondial dans le domaine de la spectroscopie de l'ADN en solution ;
 - Domaine de recherche bien ciblé et plan de recherche bien défini et bien argumenté ;
 - Ressources humaines et budgétaires bien utilisées ;
 - Sujets de recherche intéressants et opportuns, avec une vision claire de leur évolution ;
 - Les expériences résolues en temps sur l'ADN, réalisées de façon très rigoureuse, ont mis en lumière de nouvelles propriétés complexes des états excités de l'ADN.

- Points faibles :
 - L'équipe n'est pas loin d'être sous critique et l'une des activités repose sur l'expertise d'un seul permanent ;
 - L'interaction avec d'autres équipes du SPAM et du LFP pourrait être plus forte.

- Recommandations :
 - L'équipe doit poursuivre sa contribution significative à la compréhension de la photophysique et de la photochimie de l'ADN. Afin de rester positionnée comme un acteur incontournable de ce domaine au niveau mondial, l'équipe devra s'appuyer au mieux sur les compétences et les moyens techniques présents au SPAM afin de développer des expériences uniques et originales ;
 - Compte tenu de sa taille relativement réduite, l'équipe devrait être renforcée. La réussite des projets proposés et l'avancement à un rythme compétitif des recherches de l'équipe rendent ces recrutements nécessaires à brève échéance.

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

4.2. Équipe Structures Biomoléculaires :

L'équipe Structures Biomoléculaires a été créée en 2008 par regroupement des physicochimistes expérimentateurs et théoriciens autour du concept de paysage conformationnel appliqué à des biomolécules. A ce jour l'équipe regroupe deux théoriciens et trois expérimentateurs. Parmi ces cinq chercheurs, deux sont de jeunes chercheurs et l'un des chercheurs senior est à mi-temps dans l'équipe.

Au cours de la période faisant l'objet de l'évaluation, l'équipe s'est consacrée essentiellement à trois sujets de recherche :

- Étude des structures de petites chaînes peptidiques, influence des acides aminés constitutifs et de la chiralité ;
- Étude des processus de relaxation des états excités dans des bases d'ADN isolées ;
- Simulations de dynamique moléculaire sur des complexes du gadolinium complexes en solution aqueuse.



L'équipe est très reconnue et largement visible dans la communauté internationale. Les résultats du groupe ont été présentés lors de nombreuses conférences invitées au cours de la période évaluée (16 conférences invitées internationales et 8 nationales) ainsi que dans 27 articles publiés durant la même période dans d'excellents journaux (dont 1 Angew. Chem. et 3 JACS). Certains de ces articles ont déjà un très fort impact et sont très largement cités après seulement quelques années, démontrant la vigueur du sujet et la notoriété de l'équipe. Il faut également souligner des activités de coopération envers des pays en voie de développement (Pérou, Vietnam).

L'équipe Structures Biomoléculaires est l'une des seules en France, et le groupe leader au niveau mondial, dans le domaine de l'étude du repliement de peptides neutres en phase gazeuse en fonction de leur composition en acides aminés et de leur chiralité. La méthode de base de l'équipe consiste à comparer les spectres de double résonance optique de peptides en phase gazeuse avec la modélisation, un des objectifs étant d'améliorer les méthodes de type champ de forces ou ab initio correspondantes. La double (ou multi-) résonance optique en phase gazeuse permet de réaliser des mesures sélectives en fonction des tautomères, isomères ou conformères impossibles à réaliser en solution.

Dans le cadre du projet ANR LASIHMODo une nouvelle installation expérimentale a été développée en vue de cartographier les barrières entre changement de conformation des peptides, et d'étudier les effets de l'hydratation graduelle des peptides et les modifications résultantes du paysage conformationnel. Cette expérience est à la pointe de ce qui se fait actuellement et elle devrait permettre des avancées significatives dans la compréhension du repliement de protéines en phase gazeuse ou avec un nombre fini de molécules de solvant, aussi bien du point de vue des mécanismes en jeu que de leur description théorique. Les compétences tant théoriques qu'expérimentales de l'équipe seront concentrées sur ce projet dans les années à venir.

Le travail récent sur la dynamique de relaxation des états excités de bases d'ADN isolées a eu un impact très fort (un article en 2005 dans J. Chem. Phys. déjà cité plus de 60 fois). En dépit de ce succès et du fait que ce thème aurait pu constituer un axe commun fructueux avec l'équipe Biomolécules Excitées, ce sujet va malheureusement être abandonné en vue de concentrer les forces limitées de l'équipe sur ses priorités.

Un second sujet qui sera poursuivi au cours du prochain quadriennal concerne la description théorique par dynamique moléculaire ab initio de la solvation d'atomes de métaux lourds (gadolinium), et de la structure et de la dynamique de leurs complexes. Ce sujet est de très forte pertinence pour des applications médicales futures dans la mesure où ce type de complexes est utilisé comme agent de contraste en imagerie.

Malgré la présence dans l'équipe de deux jeunes chercheurs (un expérimentateur et un théoricien) recrutés pendant la période examinée, les départs éventuels devront être traités avec la plus grande attention pour ne pas fragiliser l'équipe.

– Points forts :

- L'équipe est en position de leader au niveau mondial dans le domaine du repliement de biopolymères en phase gazeuse ;
- Les objectifs de l'équipe sont bien définis. L'équipe est bien financée et jouit d'une grande visibilité internationale. Les méthodes complexes de multi-résonances optiques utilisées sont l'une des grandes forces du groupe.

– Points faibles :

- La taille de l'équipe est réduite. Bien qu'il y ait eu des recrutements récents le risque de voir devenir l'équipe sous critique, en particulier pour les activités expérimentales, existe encore.

– Recommandations :

- L'équipe bénéficierait beaucoup d'un élargissement de ses compétences locales en méthodologies théoriques. Les collaborations avec des groupes à l'étranger répondent en partie à ce besoin et la présence d'un jeune théoricien recruté en 2008 est très positive. A l'évidence une compréhension profonde entre expérimentateurs et théoriciens des méthodologies, possible seulement au sein d'un groupe, renforcerait significativement le projet ;



- L'équipe devrait pouvoir recruter rapidement un chercheur permanent. De bons doctorants sont nécessaires mais l'expertise d'un permanent est souhaitable pour maintenir le haut niveau de cette petite équipe.

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

4.3. Équipe Dynamique Réactionnelle :

Il s'agit d'une équipe bien établie depuis de nombreuses années et qui a obtenu de nombreux succès dans le domaine de la dynamique réactionnelle au moyen de méthodes lasers pompe-sonde sur des jets supersoniques. Ces recherches de nature très fondamentale fournissent des renseignements essentiels et de très large portée du point de vue de la chimie élémentaire sur les processus impliqués dans le passage des barrières d'énergie entre réactants et produits.

Ce domaine de recherche est très bien développé et très compétitif aussi bien en France, qu'aux États-Unis, en Allemagne, au Japon ou dans d'autres pays. L'impact des travaux de l'équipe dépend ainsi beaucoup de la nouveauté des systèmes chimiques étudiés. De ce point de vue, l'équipe Dynamique Réactionnelle occupe une position forte au niveau international en raison du caractère novateur et exigeant des problèmes abordés. Le projet GOUTTELIUM en est un excellent exemple. Dans ce projet, la dynamique réactionnelle est étudiée dans des agrégats d'hélium. Une paire unique de réactants est isolée dans un environnement bien contrôlé d'hélium. La stabilité de l'ensemble, et l'éjection des atomes d'hélium, est utilisée pour calibrer l'énergétique de la réaction, en association avec des mesures de chimiluminescence, fluorescence induite par laser, spectrométrie de masse et bolométrie. Il s'agit là d'un projet récent, bien doté par l'ANR, de la plus haute qualité, symptomatique de l'activité de l'équipe. D'autres projets, impliquant par exemple la réaction de métaux alcalino-terreux avec CH_3F , ou les molécules photochromes sont également très compétitifs au niveau international. Les études de femtochimie en phase gazeuse sont également de toute première importance et l'équipe peut s'appuyer sur les compétences du SPAM en matière de lasers ultrabrefs et sur ses propres compétences, originales, en matière de détection de photofragments résolue en énergie.

L'une des grandes forces de l'équipe tient dans la coopération très étroite entre théoriciens et expérimentateurs. Par le passé, la théorie a largement été réalisée par les expérimentateurs eux-mêmes, mais la réorganisation interne du LFP a permis un renfort significatif de théoriciens compétents. Le renfort récent de l'équipe n'a cependant pas encore conduit à une collaboration effective sur les problèmes abordés expérimentalement par l'équipe mais l'opportunité est bien présente. A ce jour, les théoriciens sont engagés essentiellement dans un travail complexe sur la croissance des nanotubes de carbone sur des agrégats de fer, en comparaison directe avec les expériences réalisées dans l'équipe Édifices Nanométriques.

L'équipe Dynamique Réactionnelle publie régulièrement, toujours dans des journaux de haute tenue (dont 2 JACS et 1 PRL sur la période évaluée). Les membres du groupe sont régulièrement invités dans les conférences nationales ou internationales. Le bilan du groupe est exemplaire, et les projets futurs sont ambitieux et excitants.

— Points forts :

- Excellence et originalité des projets, bon niveau de reconnaissance internationale ;
- Jeunes chercheurs de talent auquel la responsabilité de projets de recherche est confiée avec une grande autonomie ;
- Installations expérimentales variées et d'excellente qualité, associées à de bonnes sources de financement.



- Points faibles :
 - Installations expérimentales lourdes, parfois anciennes, dont la maintenance pourrait devenir difficile.

- Recommandations :
 - Des collaborations directes entre expérimentateurs et théoriciens de l'équipe sont fortement encouragées ;
 - Le recrutement soutenu de doctorants comme le recrutement futur de jeunes chercheurs en anticipation de futurs départs de chercheurs sont souhaitables.

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

4.4. Équipe Édifices Nanométriques :

L'équipe Édifices Nanométriques (EDNA) est bien reconnue dans le domaine des nanosciences. Sa taille l'apparente plus à un petit laboratoire qu'à une seule équipe de recherche : 30 personnes dont près de la moitié de permanents. L'équipe est spécialisée dans l'élaboration et la caractérisation de nanomatériaux produits par assemblage d'agrégats soit par voie physique (pyrolyse laser) soit par voie chimique (CVD catalytique à partir d'aérosols, méthodes sol-gel ou colloïdales). Dans tous les cas, l'idée maîtresse est l'étude des processus de formation des nano-objets et le contrôle de leurs caractéristiques physicochimiques.

L'équipe EDNA est organisée essentiellement autour de cinq activités distinctes commentées ci-dessous. Certaines de ces activités découlent de recherches fondamentales mais présentent un potentiel d'applications varié que l'équipe exploite également. Le groupe publie de manière significative aussi bien dans des journaux de haute qualité et de large audience pour les aspects fondamentaux, que dans des revues plus spécialisées pour les aspects applications. Par ailleurs, de nombreux brevets ont été déposés sur des applications ciblées (capteurs). Les membres de l'équipe sont régulièrement invités pour présenter des exposés ou participer à des conférences nationales ou internationales. L'équipe contribue également de manière très significative à la formation des doctorants.

Les différentes activités de l'équipe sont commentées ci après :

1. Pyrolyse laser : l'équipe jouit d'une expertise bien reconnue dans ce domaine depuis près de deux décennies. La puissance de cette méthode est sa capacité à produire de très grandes quantités de nanoparticules, ouvrant ainsi un large champ à la production de nanomatériaux en quantité macroscopique. L'étude des dérivés de SiC et des propriétés de confinement dans le silicium est un sujet bien établi. Plus récente, l'étude des nanoparticules à base de dioxyde de titane TiO₂ produites dans différentes phases (anatase et rutile) présente un défi intéressant tant pour les applications optiques que pour les aspects théoriques reliés à des phases sous stoechiométriques.

2. Nanotubes de carbone alignés : il s'agit d'une opération relativement récente lancée par le groupe au cours des cinq dernières années. Les résultats sont d'ores et déjà impressionnants, en particulier la production de nanotubes de longueur macroscopique. Ces résultats ont pu être obtenus grâce à une nouvelle technique basée sur la formation et l'auto-organisation des nanotubes assistée par un catalyseur durant le processus de croissance. A cet effet carbone et catalyseur interagissent à chaque étape de la croissance. Cette méthode puissante évite l'interruption de la croissance du nanotube en cas de piégeage du catalyseur par un défaut. Dans cette thématique l'équipe occupe une forte position au plan national et international. L'un des points forts de cette opération tient également au fort couplage entre expérimentateurs de l'équipe EDNA et théoriciens de l'équipe Dynamique Réactionnelle. Ceci est un point clé pour une meilleure compréhension du mécanisme de croissance qui est à la pointe du domaine.



D'autres associations que Fe-C (aérosol benzène-ferrocène) sont envisagées pour le développement de la méthode à plus grande échelle. Les nombreuses applications potentielles sont étudiées dans l'équipe et incluent capteurs, nanocomposites à propriétés spécifiques (électriques, mécaniques, résistance à l'irradiation) et super-capacités.

3. Nanocomposites à base de nanoparticules fonctionnalisées : des nanocomposites sont réalisés à partir d'agrégats d'or et de platine préparés par voie chimique. L'utilisation des propriétés du couplage faible entre plasmon de nanoparticules d'or et la luminescence d'une molécule greffée est un sujet déjà bien rôdé mais l'étude des propriétés catalytiques des dérivés du platine fonctionnalisés avec des ligands organiques est très originale et excitante. Ces travaux ouvrent la voie à des procédés catalytiques basés sur des métaux moins coûteux via le contrôle de la structure électronique de l'ensemble métal/ligand. Les mécanismes en jeu ne sont pas encore très bien compris et nécessitent de plus amples travaux fondamentaux en lien avec les théoriciens. Les applications potentielles dans le domaine des piles à combustibles sont importantes.

4. Capteurs : des films nanostructurés à porosité contrôlée sont élaborés en vue d'être utilisés comme capteurs chimiques de polluants et toxiques par l'utilisation pertinente de molécules sondes. Ce travail à caractère finalisé très marqué vise des applications dans les domaines de la défense ou de la sécurité globale, cœur de métier du CEA. Le développement proposé des projets vers les technologies de la santé constitue une valorisation intéressante du savoir-faire. Le faible nombre de publications dans cette activité est très largement compensé par le nombre élevé de brevets déposés.

5. Étude des effets toxicologiques des nano-objets : sujet en plein développement dans l'équipe. Cette thématique répond à une très forte demande sociétale, et à ce titre l'équipe occupe une position stratégique dans le paysage de recherche français à travers la collaboration avec des biologistes d'une part, et à travers l'expertise reconnue du CEA dans ce domaine d'autre part.

Enfin, en analysant les projets de cette équipe, on constate d'une part la volonté d'élucider les mécanismes de croissance et les propriétés des nanomatériaux, en particulier par des méthodes in situ basées sur des spectroscopies optiques (établissement de collaborations avec SOLEIL et avec l'équipe Dynamique Réactionnelle en particulier autour du projet ANR NANO-PLIAGES), et d'autre part le développement des applications vers les secteurs à forts enjeux sociétaux, comme par exemple les technologies pour l'énergie et pour la santé.

– Points forts :

- Projets attractifs dans les domaines de la toxicité, de l'énergie et des technologies pour la santé ; développement de projets innovants en réponse à une demande sociétale ; sujets chauds dans les domaines de la physique et de la chimie ;
- Excellents financements ; laboratoire bien équipé ;
- Grand nombre de doctorants ; bonnes collaborations avec les théoriciens du LFP ;
- Bon management et collaborations efficaces entre les sous-groupes.

– Points faibles :

- Légère dispersion dans les applications potentielles, le choix des éléments devrait être mieux ciblé en fonction d'applications spécifiques ;
- L'avenir de la thématique capteurs est en question compte tenu du tout petit nombre de participants à cette opération.

– Recommandations :

- Une meilleure collaboration entre expérimentateurs et théoriciens est souhaitable sur la thématique catalyse ;
- Cibler précisément les applications des matériaux nanostructurés en particulier celles qui impliquent la lumière et l'optique et qui permettent de resserrer les liens avec le reste du LFP et du SPAM. Le recrutement dans certaines thématiques sera nécessaire à très court terme pour en assurer la viabilité.



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

5 • Analyse de la vie de l'unité

– Le management et la gouvernance :

L'organisation et le management du LFP sont étroitement imbriqués avec ceux du SPAM, en particulier en ce qui concerne les aspects infrastructures, hygiène et sécurité, ressources techniques communes, vie scientifique (séminaires et journées scientifiques). Hormis ces aspects dont il est tout à fait logique qu'ils soient partagés et pilotés en commun, le LFP est une structure de recherche totalement indépendante du SPAM et dont les objectifs scientifiques et l'organisation en équipes répondent à une stratégie propre. L'examen de l'activité des équipes montre qu'il existe de nombreuses collaborations croisées entre les équipes du LFP et avec certaines équipes du SPAM mais il semble qu'il y ait encore quelques possibilités de développement dans ce domaine et que la fertilisation croisée entre équipes pourrait être encore plus soutenue. Afin d'assurer une bonne transition en vue d'un changement de direction qui interviendrait au début du quadriennal suivant l'équipe de direction comprendra un directeur adjoint dès le début de l'année 2010. Il est à noter qu'outre l'intérêt dans la perspective de l'évolution future de la direction, cette nomination apporte une compétence thématique élargie dans l'équipe managériale du LFP qui devrait être bénéfique. Le conseil du LFP se réunit régulièrement (3 à 5 fois par an) et il joue pleinement son rôle de lieu de débat, de discussion et de consultation pour le management du laboratoire, aux dires de ses membres.

Comme cela a déjà été noté plus haut, le LFP bénéficie de ressources financières importantes grâce aux nombreux contrats obtenus, avec toutefois un soutien plus important aux thèmes nanosciences. Cela étant, les ressources des autres équipes sont bonnes mais ceci est obtenu au prix d'une implication grandissante de chacun dans le montage et la rédaction de projets. L'activité de management est en ce sens de plus en plus partagée, ce qui est positif mais chronophage. Le soutien CNRS, assez fort en potentiel humain et en particulier chercheur, paraît relativement limité en terme purement financier. Combiné avec un soutien de base du CEA en décroissance chronique, on retrouve donc peu de marges pour lancer de nouveaux projets en dehors des opérations faisant l'objet d'un soutien ANR conséquent.

– Les ressources humaines :

Après 8 années de fonctionnement, le LFP a atteint un équilibre 60/40 en terme de personnels chercheurs CEA/CNRS, ce qui est un excellent indicateur du bon soutien des deux organismes. L'équilibre CEA/CNRS en matière de personnels techniques est nettement moins flatteur pour le CNRS et il semble qu'un effort pourrait être fait dans ce secteur. Dans l'ensemble les recrutements sont réguliers, même si compte tenu de la taille relativement modeste du laboratoire ils paraissent inévitablement trop faibles aux yeux des principaux intéressés. Malgré le poids relativement limité de l'encadrement technique, les priorités de recrutements vont vers de jeunes chercheurs permanents, en particulier pour renforcer les activités expérimentales de chacune des équipes : femtobiologie pour l'équipe Biomolécules Excitées ; structure et dynamique des peptides pour Structures Biomoléculaires ; femtochimie pour Dynamique Réactionnelle ; et capteurs de polluants pour Édifices Nanométriques. Ces priorités affichées par la direction correspondent exactement aux besoins relevés par le comité d'experts.



L'entretien avec les représentants du conseil de laboratoire a montré un collectif très satisfait de ses moyens et conditions de travail, et très soudé autour de ses objectifs. Les points critiques sont pour l'essentiel les mêmes que l'on retrouve dans l'ensemble des laboratoires de la discipline : difficulté d'attirer et de recruter des jeunes chercheurs, alourdissement des tâches administratives et de la gestion de projets, manque d'étudiants en physique... Les personnels techniques soulignent également une bonne ambiance de travail mais les personnels administratifs constatent parmi les chercheurs une forte montée du stress liée à la recherche de crédits et aux opérations que cela entraîne avec de plus en plus de tâches de support administratif qui se font dans l'urgence.

Le nombre de doctorants, satisfaisant en moyenne au niveau du laboratoire, est dans la plupart des équipes trop faible sauf dans l'équipe Édifices Nanométriques qui tire son épingle du jeu en raison de ses activités à caractère appliqué. C'est d'ailleurs un point qui a été souligné par les doctorants eux-mêmes : tous les groupes du LFP publient dans d'excellents journaux et sont donc attractifs, ils managent très bien leurs doctorants et s'impliquent bien dans leur placement professionnel, mais il est clair que les travaux en lien avec des questions sociétales et avec de forts aspects applications attirent plus largement les doctorants qui trouvent dans ce type de sujet plus d'assurance quant à leur avenir professionnel. La durée moyenne des thèses s'établit très légèrement sous les 36 mois sans aucune dérive vers les 4 ans, le LFP est très strict sur cette question. Le personnel non permanent (post-doc) est très nombreux, grâce aux divers contrats obtenus en particulier par l'équipe EDNA, et leurs situations comme leurs perspectives apportent entière satisfaction.

En ce qui concerne les règles d'hygiène et de sécurité, elles sont régulées conjointement avec l'ensemble du SPAM et on retrouve en la matière tout le caractère prioritaire que le CEA accorde à cette question.

– La communication :

L'animation scientifique et la communication interne à l'unité sont bonnes et très imbriquées là encore avec le reste du SPAM. Un séminaire est organisé chaque semaine (avec cependant une participation évaluée comme trop faible par les membres du laboratoire), une journée annuelle des doctorants permet aux plus jeunes de participer directement à la vie scientifique de l'unité, une journée de prospective (une par quadriennal) a été organisée conjointement avec le reste du SPAM à Étretat. Par ailleurs, de nombreux membres du LFP sont impliqués dans des actions de valorisation et de communication, en particulier via la participation très active du laboratoire dans le projet européen e-Knownet destiné à améliorer l'accessibilité à l'information scientifique et la meilleure compréhension des progrès scientifiques à destination du grand public.

6 • Conclusions

– Points forts :

Le comité d'experts a émis un jugement très positif sur toutes les activités du Laboratoire Francis Perrin dont il souligne l'originalité de la plupart des opérations de recherche associée à une très grande visibilité et à une excellente reconnaissance internationale des équipes. Il souligne également l'excellent environnement dans lequel se trouve le LFP au sein du SPAM et la présence de compétences lasers exceptionnelles qui devraient assurer le développement de nombreuses opérations expérimentales en particulier dans le domaine de la femtobiologie et de la femtochimie.

L'examen de l'activité des équipes fait ressortir un certain nombre de points forts qui sont à des degrés divers partagés par toutes les équipes :

- Activités de recherche originales et toujours placées à la pointe au niveau international ;
- Ressources humaines parfois limitées mais bien utilisées ;
- Prise de responsabilité de jeunes chercheurs de talent.



– Points faibles :

Les points faibles sont relativement peu nombreux et le plus souvent liés à la taille relativement limitée du laboratoire et de certaines de ses équipes en particulier :

- La taille des équipes engagées dans les activités biomolécules n'est pas loin d'être sous critique ;
- Dans plusieurs cas l'interaction entre les équipes du LFP, mais aussi entre celles du LFP et du SPAM pourrait être renforcée ;
- Dans plusieurs équipes l'avenir de certaines thématiques repose essentiellement sur une seule personne et s'en trouve ainsi fragilisée.

– Recommandations :

- Renforcer les activités expérimentales en potentiel humain en particulier là où le caractère critique est souligné : biomolécules, capteurs... ;
- Continuer à faire fructifier les collaborations internes entre expérimentateurs et théoriciens ;
- Resserrer un peu plus les projets sur les applications des matériaux nanostructurés en les focalisant sur des applications qui impliquent la lumière et sont reliés à des enjeux sociétaux ;
- Maintenir les différentes activités de recherche au premier plan mondial.

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