



**HAL**  
open science

## LPA - Laboratoire Pierre Aigrain

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. LPA - Laboratoire Pierre Aigrain. 2009, École normale supérieure - ENS. hceres-02031430

**HAL Id: hceres-02031430**

**<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02031430>**

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 Pierre Aigrain (LPA) – UMR 8551

de l'Ecole Normale Supérieure



mars 2009



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

Section des Unités de recherche

# Rapport d'évaluation

Unité de recherche :

Laboratoire Pierre Aigrain (LPA) – UMR 8551  
de l'Ecole Normale Supérieure



Le Président  
de l'AERES

Jean-François Dhainaut

Section des unités  
de recherche

Le Directeur

Pierre Glorieux

mars 2009



# Rapport d'évaluation



## L'Unité de recherche :

Nom de l'unité : Laboratoire Pierre Aigrain (LPA)

Label demandé : UMR

N° si renouvellement : 8551

Nom du directeur : Monsieur Jean-Marc BERROIR

## Université ou école principale :

Ecole Normale Supérieure de Paris

## Autres établissements et organismes de rattachement :

Université Paris 6

Université Paris 7

CNRS

## Date(s) de la visite :

12 et 13 février 2009

# Membres du comité d'évaluation



## Président :

Monsieur Markus BÜTTIKER, Université de Genève

## Experts :

Monsieur Lucio ANDREANI, Université de Pavie

Monsieur Albrecht OTT, Universität des Saarlandes

Monsieur Joël CIBERT, Institut Néel, Grenoble

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

Monsieur Dominique MAILLY, représentant le CoNRS

Monsieur Alexandre BOUZDINE, représentant le CNU

# Observateurs



## Délégué scientifique de l'AERES :

Monsieur Jean-Michel ROBBE

## Représentant de l'université ou école, établissement principal :

Monsieur Yves GULDNER, Directeur Adjoint de l'ENS

Monsieur Jean Michel RAIMOND, Directeur du Département de Physique de l'ENS

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

Madame Dominique CHANDESRIIS, représentante l'Institut de Physique du CNRS,

Monsieur Paul INDELICATO, représentant l'Université Paris 6

Monsieur Carlo SIRTORI, représentant l'Université Paris 7



# Rapport d'évaluation

## 1 • Présentation succincte de l'unité

- Effectif (55) dont enseignants-chercheurs (15 + 1 émérite), chercheurs (12 + 2 émérites), ingénieurs (3), doctorants (17), techniciens et administratifs (5)
- Nombre de HDR (14), nombre de HDR encadrant des thèses (10)
- Nombre de thèses soutenues (21) et durée moyenne lors des 4 dernières années (40 mois), nombre de thèses en cours (17), nombre de thésards financés (17)
- Nombre de membres bénéficiant d'une PEDR (7)
- Nombre de publiants (27)

## 2 • Déroulement de l'évaluation

Le comité de visite du Laboratoire Pierre Aigrain s'est réuni les 12 et 13 Février 2009. L'ordre du jour de la visite s'établit comme suit :

### Jeudi 12 février :

- Exposé du directeur
- Exposés scientifiques : *Optique cohérente et non-linéaire, Tera-Hertz et Infrarouge, Physique mésoscopique*. Visite des équipes.
- Rencontre avec le Conseil de Laboratoire et avec les doctorants et post-doctorants

### Vendredi 13 février :

- Exposés scientifiques : *Electronique Quantique, Equipe Théorie, Biophysique*. Visite des équipes.
- Rencontre avec les tutelles
- Délibération du comité

Les documents scientifiques fournis étaient de très bonne qualité et ont permis au comité d'effectuer une analyse approfondie des activités passées et du projet du laboratoire. L'organisation de ces journées, associant des exposés thématiques, souvent présentés par les jeunes chercheurs du laboratoire, et des visites des différentes équipes constituant le laboratoire, s'est révélée très positive.

L'ambiance dans laquelle s'est déroulée la visite était tout à fait conviviale et propice à un travail de qualité avec le maximum d'efficacité.



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

Le Laboratoire Pierre Aigrain est une unité de recherche de premier plan avec un rayonnement mondial. Ce laboratoire est une unité qui contribue à la forte réputation de la France dans le domaine de la recherche. Ce rayonnement est attesté par le nombre de publications dans les meilleurs journaux, par de multiples invitations à des conférences internationales, et par la bonne réputation des visiteurs et des postdocs que le laboratoire a pu attirer. La recherche est pour la plus grande part axée sur des domaines modernes et conceptuellement intéressants. Il y a des sujets où les équipes sont les 'leaders' du domaine. Les équipes prennent des risques. La haute qualité du laboratoire se manifeste aussi dans le recrutement de jeunes chercheuses et chercheurs qui ont fortement impressionné les membres du comité. Cet aspect est particulièrement rassurant parce qu'il garantit un futur à un très haut niveau.

L'unité joue un rôle important dans la formation de jeunes chercheurs et dans l'enseignement local et régional. Le rôle de l'unité dans la formation des jeunes chercheurs est mis en évidence par le nombre de doctorants dans l'unité et le nombre des chercheurs avec Habilitation qui leur permet de guider des jeunes chercheurs.

#### Doctorants

Un nombre (17 au 1<sup>er</sup> octobre 2008) jugé raisonnable par les équipes compte-tenu des possibilités d'accueil. Mais :

- Deux équipes sans doctorant ; c'est normal pour l'équipe E4 qui vient de se créer ; c'est plus surprenant pour l'équipe E6 mais il s'agit d'une situation très récente dont l'origine est sûrement conjoncturelle,
- Une grosse majorité de masters locaux (Paris 6, Paris 7, Ecole Polytechnique) et 3 masters étrangers (dont 1 cotutelle).

|           |     |             |
|-----------|-----|-------------|
| E1 opt    | 4   | 6+1 émérite |
| E2 IR     | 3   | 5+1 émérite |
| E3 meso   | 6   | 5           |
| E4 eQuant |     | 2           |
| E5 théo   | 3   | 6           |
| E6 bio    |     | 3           |
| Supra     | 1   | 1+1         |
|           | phD | chercheurs  |

#### Habilitations à Diriger des Recherches (HDR)

14 chercheurs et enseignants-chercheurs habilités sur 27 (hors émérites et PRAG) : pratiquement tous ceux nés avant 1973 (et aucun de ceux nés après 1973) sont habilités.



### Moyens de nanofabrication :

Les équipes utilisent en priorité la salle blanche du Département de Physique de l'ENS, ainsi que les autres salles blanches en fonctionnement au sein du consortium de salles blanches de Paris-Centre. Elles bénéficient également des possibilités offertes par le LPN. Il est de toute première importance que le fonctionnement de ces salles blanches soit assuré de façon pérenne.

### Valorisation

Un travail important est réalisé sur des systèmes avec un potentiel applicatif, par exemple laser à cascade quantique et détecteurs. Sauf exceptions, la collaboration avec le laboratoire MPQ est mise en avant, MPQ collaborant avec Thales. Deux brevets sont mentionnés (1 déposé en 2006, et 1 dépôt en cours). La contribution du labo et sa part d'initiative devraient pouvoir être mieux identifiées, et une meilleure synergie pourrait être recherchée (par exemple, retour systématique vers les équipes en collaboration incluant la réalisation d'échantillons spécifiques). Une diversification des financements (demandes ANR présentées avec l'industriel) pourrait être recherchée.

### Réhabilitation locaux / antenne Collège de France

De nombreuses questions ont été posées sur l'échelonnement des travaux, les priorités, la protection des expériences, ainsi que sur les liens qui devront être maintenus entre les équipes sur les deux sites.

### Financements et gestion

L'évolution des modes de financements de la recherche (augmentation de la part de financements sur contrats de courte durée) pose des problèmes spécifiques à ce type de laboratoire : la mise en place d'expériences de pointe exige souvent des délais plus longs que ceux qui sont admis par les programmes de financement, et certains programmes n'envisagent en pratique un nouveau financement qu'après une interruption d'un an.

## 4 • Analyse équipe par équipe et par projet

### Equipe E1 Optique cohérente et non linéaire

Cette équipe mène un travail de recherche fondamentale apportant des résultats originaux, construisant une expertise de haut niveau, et débouchant sur la démonstration de fonctionnalités nouvelles. Il existe une forte collaboration en interne avec l'équipe des théoriciens, et des développements expérimentaux spécifiques (spectroscopie locale d'objet unique, résolue en temps, détecteurs infrarouge).

Des résultats originaux obtenus depuis plusieurs années sur les **boîtes quantiques de semiconducteurs** apportent une compréhension au-delà du modèle simpliste de l'atome artificiel :

- effet de la croissance sur l'anisotropie de contrainte et donc une accélération de la relaxation de spin
- à partir d'observations systématiques de la largeur de raie (effet général faisant intervenir le couplage aux phonons), mise en oeuvre originale d'un mécanisme de rétrécissement par le mouvement (publié dans Nature Physics), mise en évidence du rôle des charges au voisinage de la boîte apportant une description unifiée, enfin conception et réalisation d'échantillons permettant de modifier ce mécanisme et de contrôler la cohérence

L'expertise acquise permet des projets vers des fonctionnalités bien identifiées : « commutateur quantique » basé sur les non linéarités à un photon d'une boîte quantique en couplage fort avec une cavité à cristal photonique, et absorption différentielle intrabande d'une boîte quantique unique GaN aux longueurs d'onde télécom.





L'activité **Micro OPO** exploite les non-linéarités dues aux polaritons dans un système dérivé du puits quantique en microcavité, pour générer des paires de photons intriqués. La démonstration à basse température dans une microcavité triple élaborée au LPN et pompée optiquement a donné lieu à une publication (Nature) et un brevet. La caractérisation par de mesures de corrélations est en cours (collaboration avec le LKB). La suite implique l'optimisation du système avec pour objectif la démonstration d'un micro-composant pompé électriquement à température ambiante.

Une activité plus récente sur les **nanotubes de carbone**, objet de nombreuses collaborations, a démarré par un gros travail de défrichage sur la photoluminescence d'un unique nanotube de carbone semiconducteur, mettant en évidence de forts effets non radiatifs (surface protégée par micelles en suspension aqueuse, interaction entre nanotubes, exciton noir à basse température) et un transfert intéressant à partir de molécules de porphyrine. De nombreux axes de développement sont envisagés (interaction avec des molécules en partant de la porphyrine, propriétés intrinsèques sur des nanotubes suspendus, interaction avec les propriétés de transport avec étude des phonons par spectroscopie Raman, extension aux rubans de graphène...).

- Points forts :
  - forte expertise valant une reconnaissance internationale,
  - développements expérimentaux,
  - lien avec les théoriciens,
  - bonnes collaborations bien établies (en particulier sources d'échantillons).
- Points à améliorer :
  - synergie dans certaines collaborations (rétro-action sur les échantillons à réaliser, possibilités de valorisation avec un lien plus direct et une meilleure identification de l'apport du laboratoire), en particulier sur les nanotubes de carbone et sur les non linéarités à un photon en couplage fort,
  - réflexion pour cibler les axes les plus pertinents en exploitant au mieux les compétences spécifiques.
- Recommandations :
  - continuer la réflexion en terme de nouvelles fonctionnalités, mais en formulant des demandes plus précises auprès de certains partenaires pour les impliquer dans une démarche de synergie.

| 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+                     |

### Equipe E2 Terahertz et Infrarouge

La magnéto-spectroscopie THz-IR constitue une des expertises de l'équipe. Le travail sur les polarons dans les boîtes quantiques a été poursuivi en collaboration avec l'équipe de théoriciens (couplage fort trou-phonon et exciton-phonon obtenu en ajustant la résonance par champ magnétique). Une activité plus récente porte sur les structures à cascade quantique, en configuration laser ou détecteur, en collaboration forte avec le laboratoire MPQ. Le champ magnétique permet de mettre en évidence les mécanismes gouvernant le transport et les transitions intra-bandes. Un effet d'avalanche observé dans les détecteurs à puits quantiques pourrait conduire à des détecteurs extrêmement sensibles (dépôt d'un brevet commun avec Thales) allant jusqu'au photon THz unique. Enfin la possibilité d'une émission verticale basée sur la résonance cyclotron mérite d'être approfondie jusque dans ses aspects pratiques.



Un gros travail de développement instrumental en spectroscopie THz ultrarapide permet à l'équipe de disposer de sources originales (par génération non linéaire dans ZnTe, ou par antennes photoconductives interdigitées réalisées sur GaAs dans la salle blanche du Département de Physique de l'ENS). Ces sources sont maintenant insérées dans des montages pompe-sonde. Ce montage original a été appliqué dans un premier temps à la mesure du gain dans les lasers à cascade quantique. Les projets portent sur des mesures plus ambitieuses et on en attend les résultats avec intérêt :

- mesure de la dynamique dans les lasers à cascade quantique,
- décalage par mélange d'ondes NIR-THz dans une structure laser à cascade quantique,
- excitations de spin dans les gaz d'électrons bidimensionnels.

Les deux premiers projets ont un intérêt applicatif clair ; si le rapport signal sur bruit est suffisant, le troisième projet pourrait apporter des réponses dans un domaine où les questions posées par les théoriciens ont jusqu'à maintenant trouvé fort peu de réponses expérimentales.

- Points forts :
  - expertise en magnéto-spectroscopie,
  - développement d'un montage de spectroscopie THz ultrarapide,
  - démarrage de nouveaux sujets bien identifiés et originaux.
- Points à améliorer :
  - L'activité magnéto-spectroscopie a jusqu'ici été portée par un professeur qui a accepté des charges lourdes, le chercheur le plus impliqué dans cette activité peut et doit assumer pleinement ses responsabilités nouvelles,
  - mieux identifier la part d'initiative de l'équipe sur les détecteurs et lasers.
- Recommandations :
  - diversifier les financements en s'appuyant sur les études dont l'intérêt applicatif est identifié.

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

L'équipe TéraHertz et Infrarouge du laboratoire Pierre Aigrain de l'ENS Ulm regroupe deux activités "Infrarouge" et "TéraHertz".

Le comité a bien pris note de la charge administrative qui incombe au responsable de la partie "Infrarouge" à la direction de l'ENS et a souhaité marquer son souci de voir des jeunes chercheurs prendre plus de responsabilités dans l'animation du groupe. Il a aussi noté que l'expérience TéraHertz entrait désormais dans une phase de production de résultats après une phase de développement récente.

Pour ces deux raisons, il lui a semblé prématuré de noter le critère 2 : visibilité de l'équipe (l'absence de note n'ayant en aucun cas un caractère négatif) et il s'est satisfait de noter la production globale de l'ensemble et la qualité du projet en A+.



### Équipe E3 : Physique Mésoscopique

Cette équipe est composée d'un professeur, un MCF, deux chercheurs CNRS et un chercheur CEA à mi-temps.

C'est une équipe relativement récente puisqu'elle a été créée en 2000. Ses objectifs sont tournés vers les effets quantiques dans les conducteurs bidimensionnels de haute mobilité tels les gaz d'électrons à l'interface GaAs/AlGaAs, et les conducteurs unidimensionnels, essentiellement les nanotubes de carbone. L'équipe s'est plus particulièrement spécialisée dans les techniques de mesure de conductance et de bruit à hautes fréquences et basse température, ainsi que dans les techniques de nanofabrication et de croissance CVD pour les matériaux carbonés. Il existe une collaboration forte avec le LPN pour la croissance de matériaux III-V ainsi qu'en nanofabrication. Il existe également une forte collaboration avec l'équipe de théoriciens du LPA.

#### Bilan :

Au niveau du bilan cette équipe s'est illustrée par des premières internationales donnant lieu à des publications prestigieuses. On peut citer la réalisation d'un circuit RC quantique et la démonstration d'une source cohérente d'électron unique (travaux publiés tous les deux dans Science) ainsi que l'étude du bruit haute fréquence dans des dispositifs à base de nanotubes de carbone (publié dans PRL). Le travail sur les transistors à base de nanotube de carbone à haute fréquence a permis également de montrer que ce dispositif pouvait mesurer la charge d'un électron unique avec une résolution en temps de l'ordre de la nanoseconde.

Au vu de la jeunesse de cette équipe, on ne peut qu'être admiratif devant le bilan présenté et le remarquable dynamisme de cette équipe.

#### Projet :

Le projet autour des « Qbit volants » est ambitieux puisqu'il s'agit de d'injecter, de manipuler puis détecter une charge unique. La source a été réalisée, il reste à mettre au point le détecteur. Les résultats obtenus avec le transistor à nanotube de carbone sont de bon augure. Une autre partie du projet concerne la dynamique de spin et de charge dans les nanotubes de carbone. Le caractère unidimensionnel de ces structures peut induire des effets très spectaculaires qui laissent entrevoir des applications intéressantes en électronique de spin. Il est également prévu d'utiliser les compétences acquises en CVD carbone pour les appliquer au graphène. Le projet de l'équipe est donc bien équilibré tant en ambition qu'en exploitation des acquis.

- Points forts :
  - qualité des chercheurs, dynamisme et reconnaissance internationale,
  - excellence des publications et présence dans les conférences internationales,
  - bonnes interactions avec les théoriciens du laboratoire et les laboratoires de la région pour les échantillons.
- Points à améliorer :
  - élargir l'éventail des appels d'offre auxquels l'équipe souscrit de façon à mieux soutenir l'activité.
- Recommandations :
  - on ne peut que les encourager à continuer.

| 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+                     |



#### Equipe E4: Electronique Quantique

Cette équipe a été créée depuis quelques mois et donc seul son projet peut être jugé. Il s'agit d'une collaboration entre le Collège de France et le LPA, qui comprend un professeur et un chargé de recherche CNRS nouvellement embauché. Le programme est centré sur les limites ultimes de l'amplification de signaux. Il s'agit d'utiliser des techniques micro-ondes avec des résonateurs supraconducteurs et des jonctions Josephson à basse température pour parvenir à la limite quantique du bruit d'un amplificateur. C'est également un projet ambitieux qui rejoint par certains aspects les préoccupations de E3, ce qui devrait renforcer la synergie entre les deux équipes. Une expérience similaire est en cours à l'université de Yale dans un groupe dirigé par le même professeur et il sera nécessaire de bien cadrer les deux programmes.

- Points forts :
  - qualité et expertise des membres du groupe.
- Points à améliorer :
  - Il faudra veiller à renforcer l'équipe rapidement.
- Recommandations :
  - Une expérience similaire est en cours à l'université de Yale dans un groupe dirigé par le responsable de ce groupe. Il faudra éclaircir le rôle de chacune des institutions et la spécificité de chacun des laboratoires.

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

#### Equipe E5 Théorie

Pendant les quatre dernières années, la recherche de l'équipe *Théorie* a été centrée autour de deux axes : « Propriétés électroniques des nanostructures de semiconducteurs » et « Systèmes fortement corrélés et mésoscopiques ». Les travaux de la première thématique ont été étroitement liés aux activités expérimentales du LPA. Les résultats importants, obtenus dans ce domaine, sont la théorie complète des mécanismes de décohérence dans les boîtes quantiques ainsi que la description d'un couplage électron-phonon optique fort. La production de sources fiables Tera-Hertz est un défi majeur pour l'application très prometteuse de ce rayonnement. L'analyse théorique des lasers à cascade quantique, effectuée au sein de l'équipe, est sûrement un travail très utile pour optimiser les dispositifs expérimentaux.

Parmi les travaux de la deuxième thématique on peut noter l'élaboration de méthodes numériques originales pour l'étude des statistiques non-abéliennes dans le régime de l'effet Hall quantique fractionnaire, ainsi que de la théorie de bruit en courant à travers une nanostructure dans le régime Kondo. Finalement un résultat d'intérêt général est la solution analytique du problème à trois corps bosonique.

La production scientifique de l'équipe en général est tout à fait respectable : des résultats de tout premier plan ont été obtenus et publiés dans des revues prestigieuses. Les membres de l'équipe participent à de nombreuses collaborations nationales et internationales, et ont présenté leurs résultats lors de conférences nationales et internationales.



L'équipe a récemment bénéficié du recrutement de trois jeunes chercheurs (2 MCF et 1 CR2) ce qui lui donne du dynamisme qui apparaît nettement dans le nouveau projet de recherche. Dans la continuité de l'activité précédente, l'équipe prévoit d'étudier les mécanismes de relaxation dans les nanostructures de semiconducteurs et les mécanismes d'émission Tera-Hertz de l'oscillateur de Bloch. En revanche des efforts très importants seront concentrés autour du deuxième axe de recherche « Systèmes fortement corrélés et mésoscopiques » en synergie avec l'équipe expérimentale « Physique mésoscopique ». Ce deuxième axe a acquis une bonne visibilité sur le plan national et international, et noué de nombreuses collaborations. Le projet de recherche fondamental « Effet Hall quantique fractionnaire multi-composante » est financé dans le cadre de l'ANR jeune chercheur.

Parmi les sujets de recherche liés aux activités expérimentales du LPA on peut noter l'analyse de l'effet Kondo dans les boîtes quantiques ou dans des nanotubes de carbone. Le problème ambitieux d'obtenir une description potentiellement exacte de la physique Kondo hors-équilibre est posé. En étroite collaboration avec l'équipe « Physique mésoscopique » il est prévu d'étudier le transport à fréquence finie et hors-équilibre.

Il faut également noter une forte implication des membres de l'équipe *Théorie* à la formation par la recherche et à la formation en licence et master. Tous les chercheurs CNRS enseignent, trois thèses ont été soutenues au sein de l'équipe et deux thèses sont en cours.

- Points à améliorer, recommandations :
  - Pour renforcer l'activité à la formation par la recherche on peut recommander que les chercheurs soutiennent l'habilitation à diriger des recherches dans les plus brefs délais.
- Points forts :
  - En conclusion, l'équipe Théorie montre une bonne vitalité et un grand dynamisme, son projet de recherche est ambitieux tout en restant réaliste, il prévoit une étroite collaboration avec les autres équipes de LPA. Sans aucun doute ce dynamisme, ces fortes interactions avec les expérimentateurs ainsi que l'implication importante à l'enseignement sont les points forts de l'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+                     |

### Equipe E6 Biophysique

L'équipe existe depuis de nombreuses années au sein de l'ENS et est constituée de deux membres, un chercheur ayant récemment quitté l'équipe pour créer un groupe à l'ESPCI (Ecole supérieure de chimie industrielle de la ville de Paris).

Les différentes activités de l'équipe se regroupent autour de trois thèmes principaux :

- des mesures de force à l'échelle de la molécule unique d'ADN,
- la mesure de courant dans un nanopore occupé par une macromolécule unique afin d'obtenir un signal électrique lié à la conformation de la molécule,
- l'influence du transfert horizontal d'ADN entre bactéries sur la vitesse d'évolution de leur génome.

L'équipe est bien connue pour les mesures de force sur molécule unique d'ADN. Seules certaines équipes à l'université de Stanford, USA, ont atteint une renommée semblable dans le domaine.



Les sujets actuels dans ce domaine concernent les enzymes qui constituent des moteurs moléculaires d'ADN, la jonction de Holliday, et l'étude des mésappariements d'ADN.

Le projet de mesure du courant électrique à travers un nanopore contenant une seule macromolécule s'inscrit dans la continuité de mesures de conductivité d'ADN en milieu liquide de cette équipe. Pour faire la mesure, il faut contrôler la création d'un seul nanopore dans une membrane. Cette première étape difficile a été franchie. Il sera maintenant intéressant de voir les effets de passage de macromolécules dans ce pore.

Le projet « transfert horizontal d'ADN » est un projet ambitieux, qui aura très probablement un vrai impact fondamental sur la compréhension de la stabilité du génome et de l'évolution des espèces. Il s'agit là d'accélérer l'échange de gènes dans une colonie de bactéries naturellement compétentes afin de comprendre les échanges d'informations et de qualités entre les bactéries, utiles à la survie de la population. L'expérience pose certains problèmes par la mise en culture de bactéries, qui ont été résolus récemment. Une autre difficulté de cette expérience sera l'analyse des bactéries transformées. Pour cela il faudra détecter et « mesurer » l'évolution du génome bactérien ce qui est difficile à cause d'un grand nombre de paramètres. L'équipe propose alors d'un côté, de s'intéresser à l'évolution d'un petit nombre de gènes dans la population entière en fonction du temps, de l'autre côté de séquencer le génome entier de certaines bactéries en fonction du temps et de les comparer. Le projet pourra être mené grâce à un financement obtenu du CNRS.

– Points forts :

- L'Equipe «E6, Biophysique » mène de projets de grande qualité, elle est visible sur le plan international, dans un domaine où la recherche française est plutôt sous-représentée. La liste de publications de l'équipe comprend 9 publications dans des journaux avec comité de lecture au cours des derniers quatre ans, dont deux dans Physical Review Letters. Il s'agit d'une excellente productivité, surtout en tenant compte de l'ouverture de deux sujets nouveaux.
- Il paraît important de soutenir l'équipe au niveau du recrutement afin de pallier le départ d'un chercheur. Le candidat idéal renforcera le lien avec les autres équipes et les thématiques du laboratoire.

– Points à améliorer, recommandations :

- L'équipe devra faire un effort supplémentaire, afin de recruter de nouveaux doctorants dans un avenir proche.

| 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+                     |

## 5 • Analyse de la vie de l'unité

– En termes de management :

Les membres du comité ont une très bonne opinion du management du laboratoire. Le directeur est compétent et veille sur le bon fonctionnement de l'unité. La cohésion de l'unité est un autre indice du bon management.



- En termes de ressources humaines :

Lors de sa présentation, le directeur mais aussi les membres de différentes équipes, ont attiré l'attention du comité sur le besoin bien identifié de recrutement d'un technicien en mécanique.

Nous avons déjà mentionné que l'unité a su attirer d'excellents candidats. De plus, la nouvelle équipe créée au Collège de France va certainement contribuer à la réputation de cette unité.

- En termes de communication :

Il y a une bonne interaction et donc communication parmi toutes les équipes, sauf peut être l'équipe de biophysique qui semble un peu isolée.

## 6 • Conclusions

- Points forts :

- le haut niveau de la recherche du laboratoire et sa productivité,
- les jeunes chercheurs et chercheuses qui apportent un très fort dynamisme à l'unité,
- le nombre de chercheurs avec l'Habilitation à Diriger des Recherches HDR,
- la création d'une nouvelle équipe dans le domaine de l'électronique quantique.

- Points à améliorer :

- Les promotions pour les ITA sont très rares. Il manque un technicien en mécanique.
- Le budget du laboratoire montre de grandes fluctuations d'une année à l'autre. Ceci est une conséquence du fait que les contributions des tutelles est autour de 30% du budget total de l'unité : 70% vient de sources extérieures.

- Recommandations :

Une diversification des financements (par exemple, demandes ANR présentées avec un industriel) pourrait être recherchée. De plus, le comité recommande que tous les membres permanents (et pas seulement un membre de chaque équipe) soumettent des projets à des agences de moyens nationales et européennes.

| 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+                     |



Yves GULDNER  
Directeur adjoint

AERES  
Section des Unités  
20, rue Vivienne  
75002 PARIS

Ref : YG/EF 2009.013

Paris, le 23 mars 2009

**OBJET : Rapport d'évaluation du Laboratoire Pierre Aigrain (LPA) - UMR 8551**

Je vous prie de bien vouloir trouver ci-après les observations transmises par l'équipe de direction de ce laboratoire que l'ENS, établissement support, approuve sans réserve.

Tout d'abord, quelques rectifications de chiffres :

- dans les effectifs (page 4) il convient de rajouter 3 post-doctorants et 2 chercheurs émérites ;
- dans le tableau du paragraphe Doctorants (page 5), l'effectif « chercheurs » pour l'équipe E1 opt est de 6 + 1 émérite ;
- pour l'équipe E6, en fin du deuxième paragraphe (page 11), le financement CNRS a été obtenu, il convient donc de supprimer « prévu ».

Enfin, dans les recommandations de fin de rapport, il est écrit "Les promotions pour les ITA sont très rares ou totalement absentes." La deuxième partie de cette affirmation est fautive. En effet, durant ces deux dernières années, 4 des 8 ITA/IATOS du LPA ont eu la chance de bénéficier d'une promotion (1 passage AI-IE à l'ENS, 2 passages T-AI au CNRS, 1 passage T P6-AI CNRS à l'occasion d'un recrutement). Il est par contre exact que les promotions des ITA sont comme partout difficiles et que certaines des promotions obtenues ces deux dernières années n'ont fait que rattraper partiellement d'importants retards de carrière.

Nous souhaitons donc que le rapport soit modifié pour corriger cette erreur.

Yves GULDNER