



HAL
open science

NS3E - Nanomatériaux pour systèmes sous sollicitations extrêmes

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. NS3E - Nanomatériaux pour systèmes sous sollicitations extrêmes. 2012, Centre national de la recherche scientifique - CNRS. hceres-02030846

HAL Id: hceres-02030846

<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02030846v1>

Submitted on 20 Feb 2019

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

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



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

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur
l'unité :

Nanomatériaux pour Systèmes Sous Sollicitations
Extrêmes - NS3E

sous tutelle des

établissements et organismes :

Institut Franco-Allemand de recherches de Saint Louis -
ISL
CNRS



Décembre 2011



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

Section des Unités de recherche

Le Président de l'AERES

Didier Houssin

Section des Unités
de recherche

Le Directeur

Pierre Glaudes



Unité

| | |
|---|--|
| Nom de l'unité : | Nanomatériaux pour Systèmes Sous Sollicitations Extrêmes |
| Acronyme de l'unité : | NS3E |
| Label demandé : | UMR |
| N° actuel : | UMR 3208 |
| Nom du directeur (2009-2012) : | M. Denis SPITZER |
| Nom du porteur de projet (2013-2017) : | M. Denis SPITZER |

Membres du comité d'experts

| | |
|-------------|-----------------------------|
| Président : | M. Francis MAURY, Toulouse |
| Experts : | M. Eric PAPON, Bordeaux |
| | M. François WEISS, Grenoble |

Représentants présents lors de la visite

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Georges HADZIIOANNOU

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

INC-CNRS M. Jean-François TASSIN

ISL M. C. DE VILLEMAGNE



Rapport

1 • Introduction

Date et déroulement de la visite :

Le comité de visite du laboratoire NS3E s'est déroulé le 19 Décembre 2011. Après un brève présentation de l'ISL par son directeur en guise d'introduction à cette journée, le directeur de NS3E exposa le bilan général et le projet de l'UMR pour le prochain quinquennal. Ces exposés furent suivis d'une discussion avec les membres du comité et d'une première réunion à huis clos. L'activité scientifique se déclinant en quatre thèmes, chacun d'eux a fait l'objet d'une présentation par son responsable scientifique et d'un échange avec le comité après chaque intervention orale. Le programme s'est poursuivi par un exposé sur l'hygiène et la sécurité par l'ACMO et des rencontres avec l'ensemble des personnels, toutes catégories confondues, ainsi qu'avec les représentants des tutelles, avant finalement une visite des installations. Le comité a délibéré à huis clos en fin de journée.

Le comité a apprécié l'accueil et le travail de préparation du laboratoire pour ce programme de visite.

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

Le laboratoire NS3E fut créé sous la forme d'une FRE en 2006 puis d'une UMR en 2009. Il est hébergé à Saint Louis par l'ISL, institut Franco-Allemand d'environ 370 personnes menant des recherches fondamentales pour les deux pays sur la projection de l'énergie à distance avec des applications duales, civiles et militaires. Cette UMR, de petite taille, dépend de deux tutelles : le CNRS et l'ISL. L'ISL offre des conditions d'hébergement et d'accès à ses moyens techniques particulièrement favorables au développement de l'UMR. L'Unité est rattachée à l'Institut de Chimie du CNRS (section 15 du CoNRS). L'UMR est également intégrée, avec d'autres laboratoires alsaciens, dans l'Institut Carnot MICA nouvellement labélisé (2011).

La thématique centrale de l'Unité porte, comme son nom l'indique, sur les « Nanomatériaux pour Systèmes Sous Sollicitations Extrêmes ». L'activité scientifique se décline en 4 thèmes : (i) réactivité des nanothermites, (ii) synthèse par détonation de matériaux nanocarbonés et nanocéramiques, (iii) matériaux énergétiques sous forme d'ultra-traces, et (iv) nanomatériaux énergétiques intrinsèques et inertes. Ces axes thématiques sont en forte synergie entre eux ; les deux premiers étant les plus historiques.

Globalement, les résultats issus de ces thématiques ont des retombées dans le domaine des explosifs et en particulier l'initiation et la propulsion civile et militaire. Au-delà du secteur de la défense, ce sont les industries phytosanitaires (engrais, pesticides) et pharmaceutiques (nanoparticules pour la vectorisation) qui sont concernées ainsi que la sécurité civile (détection de traces dans l'espace public). Les objectifs scientifiques visent à développer des procédés de synthèse originaux et à comprendre et maîtriser la réactivité de ces nanomatériaux spécifiques pour améliorer leur performance réactive ou obtenir de nouvelles propriétés.

Equipe de Direction :

Compte tenu de la petite taille de cette UMR, l'équipe de direction se limite au Directeur (à noter que le directeur de NS3E est aussi impliqué dans la gouvernance de l'ISL). Il est assisté par un ACMO pour appliquer les règles draconiennes d'hygiène et de sécurité liées à l'activité pyrotechnique. Le directeur anime avec 4 autres responsables scientifiques les thèmes structurants sus-mentionnés. Nul besoin d'un conseil de laboratoire, des réunions hebdomadaires sont tenues avec l'ensemble des personnels, certes à vocation d'animation scientifique mais aussi pour des prises de décisions collectives.



Effectifs de l'unité :

13 (dont 8 permanents : cf tableau ci-dessous).

| Effectifs | Nombre au 30/06/2011 | Nombre au 01/01/2013 | 2013-2017 Nombre de produisants du projet ** |
|--|----------------------|----------------------|---|
| N1 : Enseignants-chercheurs | 0 | 0 | |
| N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC | 5 | 5 | 5 |
| N3 : Autres enseignants-chercheurs et chercheurs | 3 | 0 | |
| N4 : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs titulaires* | 3 | 0 | |
| N5 : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs non titulaires* | 0 | | |
| N6 : Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité | 0 | | |
| N7 : Doctorants | 2 | | |
| N8 : Thèses soutenues | 2 | | |
| N9 : Nombre d'HDR soutenues | 1 | | |
| N10 : Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées | 1 | 1 | |
| TOTAL N1 à N7 | 13 | 5 | 5 |

* Si différent, indiquer entre parenthèses les ETP correspondants.

** Nombre de producteurs de la période 2008-2011 qui seront présents en 2013-2017.

Définition et téléchargement des critères :

<http://www.aeres-evaluation.fr/Evaluation/Evaluation-des-unites-de-recherche/Principes-d-evaluation>.



2 • Appréciation sur l'unité

Avis global sur l'unité :

L'unité réalise des travaux originaux sur des thématiques difficiles. C'est un très bon bilan scientifique qui a été présenté, en net progrès par rapport au précédent quadriennal, avec notamment des indicateurs de production scientifique en croissance, dans des activités qui préservent la qualité des résultats ainsi que l'originalité et la spécificité des sujets traités.

Le projet est thématiquement dans la continuité du bilan, ce qui est cohérent avec la jeunesse du laboratoire dont les thèmes scientifiques ne sont pas encore à maturité, ainsi qu'avec les attentes des partenaires et des tutelles.

La dynamique de l'équipe est bonne et elle fait valoir des atouts convaincants pour son développement, avec notamment une capacité à trouver des financements au-delà des tutelles, via des projets partenariaux.

Points forts et opportunités :

Une fois acquis l'aspect assez confidentiel des thèmes et problématiques abordés, la reconnaissance des compétences est une évidence.

Equipe jeune et dynamique qui s'investit fortement pour acquérir une identité légitime, ce qui se traduit par une augmentation du nombre de publications dans des journaux de rang A et de participations à des congrès. Les brevets en propre témoignent d'une volonté de valorisation des résultats. Ces points sont le résultat d'une politique volontariste en bonne concertation avec la direction des tutelles, notamment l'ISL.

Les nombreuses collaborations avec les groupes de ISL sont fructueuses (par exemple, pour le thème nanothermites, collaboration avec 5 des 20 groupes de ISL). Les thèmes émergents profitent au ressourcement et les nombreuses interactions entre les 4 thèmes garantissent une fertilisation croisée.

La demande de rattachement à l'Ecole Doctorale de chimie-physique de l'Université de Strasbourg est une bonne initiative.

Points à améliorer et risques :

Le nombre de chercheurs permanents est faible par rapport aux ambitions de l'équipe et il y a autant de thèmes déclinés que de chercheurs. La notion de thème est donc plus proche de celle d'un sujet de type « thèse » que d'une thématique identitaire que l'on traite sur le moyen terme.

Des demandes en investissement pour de nouveaux équipements de caractérisation ont été formulées mais, semble-t-il, sans apport de ressources propres d'amorçage dans le montage financier, ce qui rend plus difficile leur réalisation.

Le nombre de projets sur appel d'offre compétitif doit pouvoir être amélioré en raison des compétences spécifiques et assez uniques des membres de l'équipe (auprès de l'ANR par exemple).

La multiplication des Ecoles Doctorales de rattachement des étudiants et, en conséquence, l'éloignement des doctorants de leur Ecole Doctorale peut être un handicap. Le rattachement à l'Université de Strasbourg semble être une bonne opportunité.

Recommandations :

Une augmentation du potentiel humain permanent est souhaitable pour réaliser l'ensemble du projet. Il faut continuer dans le prochain quinquennal à formaliser (convention) et à structurer les collaborations externes (participation à des réseaux) ce qui devrait accroître la visibilité et l'impact des résultats. L'ouverture des thématiques à des problématiques du secteur civil est en net progrès et doit encore être encouragée. Elle permet notamment une meilleure diffusion des résultats par les chercheurs dans les congrès. Le rayonnement international de l'unité gagnerait à être amplifié par une meilleure implication des chercheurs dans l'organisation de manifestations scientifiques.

Se rapprocher et renforcer les relations avec l'Ecole Doctorale la plus proche, Mulhouse a priori, et probablement à terme l'Université de Strasbourg.

Il y a le potentiel pour accroître le nombre de doctorants en diminuant le nombre de co-directions afin de mieux afficher le leadership du laboratoire. Cela doit aussi passer par une augmentation du nombre de HDR (ce qui s'avère planifié dès 2012).



3 • Appréciations détaillées

Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

Le thème central de l'unité porte sur l'élaboration de nanomatériaux énergétiques à usage civil et surtout militaire. Les 4 thématiques structurant cet axe scientifique sont en forte interaction entre elles ; elles portent sur (i) la réactivité des nanothermites, (ii) la synthèse par détonation de matériaux nanocarbonés et nanocéramiques, (iii) les matériaux énergétiques sous forme d'ultra-traces, et (iv) les nanomatériaux énergétiques intrinsèques et inertes.

De par leur finalité, ces thèmes ont une originalité très marquée. Ils demandent des compétences fortes, une infrastructure et des moyens expérimentaux très spécifiques. La jeunesse du laboratoire, sa taille restreinte et le centrage initial sur des problématiques de défense ont limité la production et l'impact des résultats dans les premières années. Dans cette mandature, l'ouverture vers des problématiques plus larges et la volonté affirmée d'accroître la production scientifique est une politique qui porte ses fruits : pratiquement tous les indicateurs de production scientifique et de valorisation sont en croissance.

Dans le domaine des thermites, la réduction de taille aux échelles nanométriques des systèmes redox augmente les performances réactives (augmentation de la vitesse de combustion, raccourcissement des délais d'initiation, diminution de la sensibilité à la manipulation). Des voies très originales de confinement dans des matrices poreuses et dans des NTC ont par exemple produit des résultats révélant de grandes compétences. La synthèse par détonation de nanoparticules carbonées (nanodiamant...) est une spécificité de NS3E unique en Europe qui ouvre des perspectives de partenariat importantes. Si les procédés de synthèse en continu de nanomatériaux énergétiques, basés sur les technologies d'aérosols, ne sont pas en eux-mêmes originaux, c'est bien leur usage pour produire à grande échelle ces matériaux spécifiques qui est pertinent pour créer de nouvelles formulations et nanostructures.

Le développement de thèmes émergents comme la détection de substances pyrotechniques ou de stupéfiants, le transfert de procédés d'élaboration de nanomatériaux pour usages civils, la toxicité des nanoparticules ou, à l'opposé, leur usage pour application médicale sont à encourager car complémentaires et transverses aux thèmes initiaux. Ces thèmes suscitent également des collaborations avec des laboratoires académiques extérieurs ce qui est favorable à la fertilisation des idées.

La production scientifique est donc en net progrès par rapport à la période FRE avec 27 ACL (1,33 ACL/Ch.an) dans des journaux internationaux à fort facteur d'impact (IF moyen = 2,3). Les chercheurs ont augmenté également leur nombre de communications orales et par affiche dans les congrès de leur spécialité (49 sur la période ; soit 2,4 com/Ch.an).

Appréciation sur l'intégration de l'unité dans son environnement :

L'ouverture plus large du laboratoire aux collaborations extérieures se traduit par un accroissement significatif du nombre de contrats industriels (8) et de participations à des projets issus d'appels d'offres compétitifs (11). On note la participation à un seul projet ANR. NS3E est un partenaire de plus en plus recherché pour la spécificité de ses compétences humaines et techniques. Les projets collaboratifs servent souvent de support à des thèses en cotutelle/codirection.

Au-delà du fort soutien de l'ISL (couvrant infrastructure et équipement), la capacité à obtenir des financements externes est en croissance. S'agissant d'activités souvent axées sur la défense, les financements viennent des agences et organismes voire des entreprises du secteur.

Le nombre de brevets déposés (4 publiés plus 4 demandes en cours) témoigne d'une bonne valorisation des recherches. L'intégration dans l'Institut Carnot MICA confirme cette activité soutenue en valorisation.

Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité de l'unité de recherche :

Ce n'est que récemment que les chercheurs de l'unité communiquent sur leurs travaux dans les congrès internationaux. Il est donc prématuré de revendiquer pour cette unité une reconnaissance forte conduisant à des invitations. On ne relève pas de contribution à l'organisation d'école ou de congrès nationaux et internationaux.

De par ses nombreuses collaborations internes à l'ISL, l'UMR NS3E a une activité binationale soutenue. On note également l'implication dans 7 conventions bilatérales et projets internationaux dont un projet européen (VERACITY). Sur le plan national c'est la participation au GdR Diamant qui est la plus visible.



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

La petite taille de NS3E ne permet pas plusieurs possibilités de structuration et de gouvernance. L'organisation basée sur des réunions hebdomadaires (principalement à vocation scientifique) avec l'ensemble du personnel est efficace. Le Directeur de NS3E est aussi impliqué dans la gouvernance de l'ISL ce qui garantit une bonne articulation avec cette tutelle qui apporte une part très conséquente des moyens.

Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans :

L'unité maintient sa structuration en 4 thèmes scientifiques, dans la continuité de la période écoulée. Compte tenu de sa taille actuelle il serait judicieux d'afficher un thème central fédérateur qui chapeaute ces sous-thèmes pour une meilleure identité (e.g. élaboration, caractérisation et réactivité de nanomatériaux énergétiques ou l'intitulé du laboratoire).

Pour réaliser le projet ambitieux qui a été présenté, le renforcement du potentiel chercheur permanent est nécessaire. L'achat d'équipements de caractérisation (BET, porosimètre mercure, AFM, microscope confocal) est sollicité auprès des tutelles mais sans apport semble-t-il de ressources propres. Cet apport faciliterait l'amorçage et le bouclage financier des opérations et contribuerait à préciser l'ordre des priorités.

Le niveau de collaboration avec des laboratoires extérieurs doit être maintenu voire amélioré pour que l'unité ne reste pas trop isolée des structures de recherche françaises. La nature de ces collaborations est cohérente avec la stratégie de l'unité. Il n'existe pas ou peu de potentiel de développement des collaborations industrielles en dehors du secteur défense et il faut donc veiller à consolider les collaborations existantes.

L'objectif de réaliser un pilote de production de nanomatériaux constitue une prise de risque en raison de la taille de l'unité, mais est cohérent avec le souci constant de valorisation des résultats qui est affiché.

Appréciation sur l'implication de l'unité dans la formation :

La première HDR au sein de l'Unité a été soutenue juste après le dépôt du dossier. Il est important que la capacité d'encadrement doctoral de l'unité soit amplifiée, pour rendre plus visible le laboratoire auprès de l'Ecole Doctorale de rattachement et mieux formaliser la direction des doctorants.

L'implication de chercheurs dans des enseignements dispensés par exemple au niveau master, vivier des futurs doctorants, doit être envisagée, ce qui améliorerait la visibilité et l'attractivité du laboratoire.



4 • Notation

À l'issue des visites de la campagne d'évaluation 2011-2012, les présidents des comités d'experts, réunis par groupes disciplinaires, ont procédé à la notation des unités de recherche relevant de leur groupe (et, le cas échéant, des équipes internes de ces unités).

Cette notation (A+, A, B, C) a porté sur chacun des quatre critères définis par l'AERES. Elle a été accompagnée d'une appréciation d'ensemble.

Dans le cadre de cette notation, l'unité de recherche concernée par ce rapport (et, le cas échéant ses équipes internes) a (ont) obtenu l'appréciation d'ensemble et les notes suivantes :

Appréciation d'ensemble de l'unité : Nanomatériaux pour les Systèmes Sous Sollicitations Extrêmes (NS3E)

Unité dont la production et le projet sont très bons. Le rayonnement est bon mais pourrait être amélioré. L'organisation et l'animation sont excellentes.

Tableau de notation :

| C1 | C2 | C3 | C4 |
|-------------------------------------|--|------------------------------------|-----------------------------------|
| Qualité scientifique et production. | Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement. | Gouvernance et vie du laboratoire. | Stratégie et projet scientifique. |
| A | B | A+ | A |



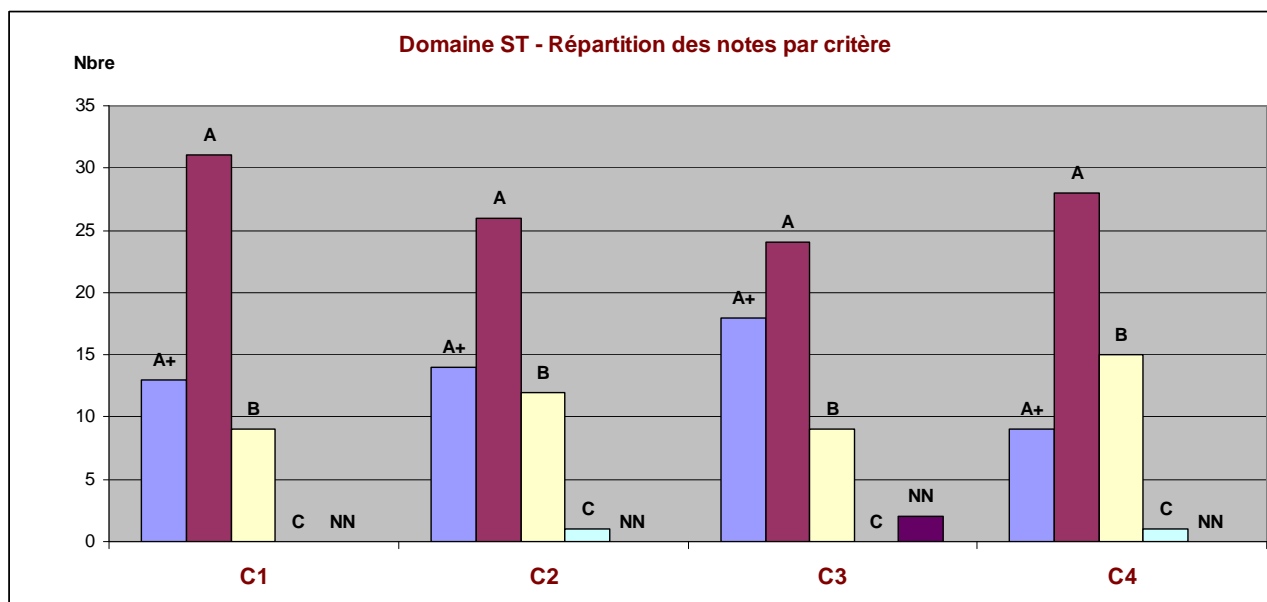
5 ● Statistiques par domaines : ST au 10/05/2012

Notes

| Critères | C1 | C2 | C3 | C4 |
|----------|------------------------------------|---|-----------------------------------|----------------------------------|
| | Qualité scientifique et production | Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement | Gouvernance et vie du laboratoire | Stratégie et projet scientifique |
| A+ | 13 | 14 | 18 | 9 |
| A | 31 | 26 | 24 | 28 |
| B | 9 | 12 | 9 | 15 |
| C | - | 1 | - | 1 |
| Non noté | - | - | 2 | - |

Pourcentages

| Critères | C1 | C2 | C3 | C4 |
|----------|------------------------------------|---|-----------------------------------|----------------------------------|
| | Qualité scientifique et production | Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement | Gouvernance et vie du laboratoire | Stratégie et projet scientifique |
| A+ | 25% | 26% | 34% | 17% |
| A | 58% | 49% | 45% | 53% |
| B | 17% | 23% | 17% | 28% |
| C | - | 2% | - | 2% |
| Non noté | - | - | 4% | - |





6 • Observations générales des tutelles

NRef : JFT/RR/ AERES 02 /283
Ref AERRES : S2PUR130004560 - 0753639Y

AERES
Section 2
Evaluation des unités de
recherche

Paris, le 18 avril 2012



www.cnrs.fr

Campus Gérard Mégie
3, rue Michel-Ange
75794 Paris cedex 16

☎ 01 44 96 40 00
☎ 01 44 96 53 90

**Objet : pré-rapport de l'AERES concernant l'UMR3208 CNRS/ISL
NS3E- Nanomatériaux pour Systèmes Sous Sollicitations Extrêmes**

L'Institut de Chimie vous transmet en pièce jointe la réponse du directeur de l'UMR3208 - NS3E sur le rapport de l'AERES sur son unité de recherche.

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'R' followed by a smaller 'E' and 'A'.

Régis REAU
Directeur de l'institut de Chimie

PJ : Observations de Denis SPITZER.



Saint-Louis, le 30 mars 2012

Avis et commentaires sur le rapport d'évaluation AERES

L'appréciation globale conforte pour l'essentiel « l'auto-évaluation » de l'UMR 3208 NS3E. Toutefois nous estimons devoir apporter quelques compléments. Ainsi, en ce qui concerne les axes de recherches du laboratoire, le risque relatif au nombre réduit de chercheurs par thématique devrait être modulé par les fortes synergies entre thématiques, en particulier par l'immersion de NS3E au sein de l'ISL, qui apporte un soutien méthodologique et expérimental mais surtout un potentiel énorme de fertilisations croisées entre les disciplines représentées à NS3E et celles présentes ailleurs à l'ISL. Les collaborations entre groupes de l'ISL permettent par exemple : (i) de caractériser la combustion des nanothermites par des techniques impliquant des moyens métrologiques originaux; (ii) d'élaborer des charges explosives de nature et de géométries complexes pour produire des nanoparticules par procédé bottom-up ; (iii) de caractériser les propriétés détoniques des explosifs nanostructurés grâce à des dispositifs de métrologie et à des infrastructures uniques en leur genre. Le soutien global de l'ISL a été sous-évalué, particulièrement au regard des capacités d'investissements pour l'acquisition d'équipements de laboratoire.

Le rattachement à une Ecole Doctorale de l'Université de Strasbourg vient d'être officialisé. Le rapport en soulignait la pertinence et exprimait également la nécessité de collaborations de proximité, que le laboratoire NS3E s'attache pourtant à développer tant avec les Universités de Bâle, Fribourg et Mulhouse qu'avec d'autres universités géographiquement plus lointaines.

Bien que le rayonnement du laboratoire, comme le souligne le rapport de l'AERES, doive être amplifié, notamment au plan international, nous souhaitons cependant rappeler que le laboratoire a, par le passé, organisé plusieurs congrès sur les nanomatériaux à l'ISL et co-organisé en 2012 les journées GFC (3-5 avril).

En ce qui concerne l'**appréciation détaillée**, nous tenons à souligner qu'il ne faut pas restreindre, comme cela est fait dans le rapport d'audit, la technique de nanocristallisation à une méthode d'aérosolisation. Celle-ci relève en effet d'un procédé physique différent et plus complexe, qui permet de nanostructurer un grand nombre de matériaux organiques, de manière efficace (qualité et quantité). Cette technique est appelée à supplanter les procédés concurrents tels que le séchage d'aérosol et l'expansion rapide de solvants supercritiques. D'autre part, le risque identifié par l'AERES, relatif au développement d'un pilote de nanocristallisation de matériaux, est mineur, étant donné que notre installation est au stade de pré-pilote et que l'industriel devant prendre le relais a déjà été identifié.

En ce qui concerne le renforcement en chercheurs permanents préconisé par l'AERES, nous ne pouvons que souscrire aux recommandations du rapport d'évaluation, en privilégiant toutefois le recrutement de chercheurs CNRS.

Denis SPITZER
Directeur de l'UMR ISL/CNRS 3208