

## RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

NS3E - Nanomatériaux pour les systèmes sous sollicitations extrêmes

### SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

Institut franco-allemand de recherches de Saint-Louis

Université de Strasbourg

Centre national de la recherche scientifique - CNRS

---

**CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2022-2023**  
VAGUE C

Rapport publié le 23/03/2023



Au nom du comité d'experts<sup>1</sup> :

Sylvain Caillol, Président du comité

Pour le Hcéres<sup>2</sup> :

Thierry Coulhon, Président

En vertu du décret n° 2021-1536 du 29 novembre 2021 :

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

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

Ce rapport est le résultat de l'évaluation du comité d'experts dont la composition est précisée ci-dessous. Les appréciations qu'il contient sont l'expression de la délibération indépendante et collégiale de ce comité. Les données chiffrées de ce rapport sont les données certifiées exactes extraites des fichiers déposés par la tutelle au nom de l'unité.

## MEMBRES DU COMITÉ D'EXPERTS

**Président :** M. Sylvain Caillol, CNRS Montpellier

**Experts :** M. Ashwin Chinnayya, ISAE-ENSMA - Poitiers  
Mme Aline Rougier, CNRS Pessac (représentante du CoNRS)  
M. David Talaga, CNRS Talence (personnel d'appui à la recherche)

## REPRÉSENTANTE DU HCÉRES

Mme Corinne Champeaux

## CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Nanomatériaux pour les Systèmes Sous Sollicitations Extrêmes
- Acronyme : NS3E
- Label et numéro : UMR 3208
- Composition de l'équipe de direction : M. Denis Spitzer

## PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST Sciences et technologies  
ST4 Chimie

## THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

Le laboratoire des Nanomatériaux pour les Systèmes Sous Sollicitations Extrêmes (NS3E) est une unité mixte de recherche (UMR) de l'Institut Saint-Louis (ISL), du CNRS et de l'université de Strasbourg (UNISTRA). L'ISL est un institut franco-allemand qui effectue des recherches fondamentales et appliquées au profit du Ministère des Armées et de son homologue allemand (*Bundesministerium der Verteidigung*).

Les activités de recherche de l'unité NS3E s'organisent autour de quatre thèmes scientifiques qui ont été maintenus et développés pendant le mandat. Les sujets d'étude concernent la réactivité des nano-thermites, les nanomatériaux énergétiques et non énergétiques (explosifs, médicaments, composés inorganiques, organiques, inorganiques/organiques pour la transition énergétique, etc.), la synthèse *top-down* et *bottom-up* par détonation de matériaux nano-carbonés et nano-céramiques et la détection d'ultra-traces d'explosifs et de gaz chimiques. La particularité de l'unité est non seulement liée à son environnement international (ISL, franco-allemand) mais également au caractère stratégique des recherches qu'elle effectue, qui sont tournées vers des applications de défense et qui peuvent être classées confidentielles par la Direction Générale de l'Armement (DGA) ou l'Office fédéral des équipements, des technologies de l'information et du soutien en service de l'armée allemande (BAAINBw) dont relève l'ISL. De ce fait, la communication scientifique ou non-scientifique est affectée.

## HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

L'unité a été créée le 1<sup>er</sup> janvier 2009 par l'ISL et le CNRS. L'université de Strasbourg (UNISTRA) est devenue tutelle de l'unité à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2013. L'unité est hébergée par l'ISL, à Saint-Louis (68). L'ISL, Institut franco-allemand de recherches de Saint-Louis, a été créé par l'ordonnance n°58-1326 du 23 décembre 1958 entre la France et la République Fédérale Allemande. Tous les personnels de l'unité sont localisés à l'ISL.

## ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

L'unité appartient à la Fédération de Recherche en Matériaux et Nanosciences Grand-Est (FRMNGE) et est impliquée dans l'institut Carnot MICA (*Materials Institute Carnot Alsace*).

La fédération de recherche FRMNGE (FR 3627) regroupe dix unités de recherche et a pour objectif de mettre en valeur le capital scientifique et le savoir-faire associé des unités de recherche qui la composent. Elle vise à développer et soutenir les projets aux interfaces, à coordonner les projets d'investissements d'équipements, à favoriser et consolider la mise en place de plateformes techniques et à participer aux projets de formation dans ses champs d'excellence.

L'institut Carnot MICA est une structure de recherche publique labellisée institut Carnot qui regroupe neuf instituts de recherche (dont l'ISL) et neuf centres techniques. Cet institut accompagne les entreprises dans le développement de leurs projets Recherche et Développement (R&D), en particulier dans les domaines des matériaux fonctionnels, des surfaces et interfaces et procédés associés, de la recherche fondamentale à l'application industrielle.

L'unité bénéficie également d'un accès à un environnement technologique et un appui de premier plan qui soutiennent et accompagnent ses activités de recherche.

## EFFECTIFS DE L'UNITÉ : en personnes physiques au 31/12/2021

<b>Personnels permanents en activité</b>	
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	2
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	3
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>6</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels d'appui à la recherche non permanents	5
Post-doctorants	0
Doctorants	6
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>13</b>
<b>Total personnels</b>	<b>19</b>

RÉPARTITION DES PERMANENTS DE L'UNITÉ PAR EMPLOYEUR : en personnes physiques au 31/12/2021. Les employeurs non tutelles sont regroupés sous l'intitulé « autres ».

Employeur	EC	C	PAR
AUTRE EMPLOYEUR	0	2	1
CNRS	0	1	2
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

## BUDGET DE L'UNITÉ

Budget récurrent hors masse salariale alloué par les établissements de rattachement (tutelles) (total sur 6 ans)	1 862
Ressources propres obtenues sur appels à projets régionaux (total sur 6 ans des sommes obtenues sur AAP idex, i-site, CPER, collectivités territoriales, etc.)	330
Ressources propres obtenues sur appels à projets nationaux (total sur 6 ans des sommes obtenues sur AAP ONR, PIA, ANR, FRM, INCa, etc.)	2 667
Ressources propres obtenues sur appels à projets internationaux (total sur 6 ans des sommes obtenues)	0
Ressources issues de la valorisation, du transfert et de la collaboration industrielle (total sur 6 ans des sommes obtenues grâce à des contrats, des brevets, des activités de service, des prestations, etc.)	60
<b>Total en K€</b>	<b>4 919</b>

## AVIS GLOBAL

Les thématiques de recherche de l'unité NS3E recouvrent l'étude multi-échelle des matériaux énergétiques et de leur réactivité, la synthèse de nanomatériaux et l'étude d'ultratracés. L'unité a acquis une notoriété indéniable au sein de sa communauté, ce qui est le fruit des compétences scientifiques et techniques de son personnel et de son implication dans de nombreux réseaux de collaboration aux niveaux local, national et international. La recherche au sein de NS3E est efficacement soutenue par des équipements technologiques spécifiques. La qualité scientifique de NS3E est excellente. Le dynamisme de l'unité se traduit directement dans sa production scientifique de grande qualité et son implication dans plusieurs projets de recherches essentiellement nationaux et à visée stratégique. Les recommandations émises lors de l'évaluation précédente ont été pour partie suivies et ont permis à l'unité de maintenir son excellent niveau de production scientifique.

Le nombre d'articles par ETP et par an se situe à 3,5. Outre la publication récurrente de ses travaux dans les principaux journaux spécialisés de son domaine (*Propellants, Explosives, Pyrotechnics, Journal of Energetic Materials, etc.*), l'unité parvient à valoriser ses activités, pour une part de l'ordre de 20 %, dans des journaux à forte reconnaissance (*Chemical Engineering Journal, Journal of Hazardous Materials, ACS Applied Materials and Interfaces*). Les travaux concernant le développement des procédés *Spray Flash Evaporation (SFE)* et *Spray Flash Synthesis (SFS)* ont été récompensés par plusieurs prix : Grand Prix Lazare Carnot de l'académie des sciences 2015, médaille de l'Innovation du CNRS 2022, prix de l'innovation I-Lab 2018.

Au-delà de son objectif premier consacré aux applications défense, NS3E a développé des applications civiles de ses recherches qui ont notamment conduit à la création de la start-up Spinofrin dont l'activité n'a pas pu être pérennisée.

Cependant, l'unité traverse actuellement une période d'étiage de son effectif. En effet, plusieurs chercheurs ont quitté NS3E (mobilités, démissions, etc.) et le comité s'inquiète du maintien du niveau de production futur, en particulier pour les applications défense au regard des nouveaux objectifs liés aux applications civiles. Le comité engage la direction à développer la concertation avec les chercheurs pour prioriser les orientations scientifiques et développer l'attractivité et la cohésion d'équipe avec toutes les catégories de personnels.

# ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

## A - PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Suite aux recommandations du précédent rapport, l'unité de recherche NS3E a mis en place un certain nombre d'actions. La taille modeste de l'unité a été compensée par une augmentation du nombre de publications en collaborations avec des partenaires académiques, notamment sur des thématiques non liées à la défense. De plus, les travaux de l'unité ont conduit au lancement d'une nouvelle thématique concernant l'étude mécanistique et la caractérisation des procédés d'élaboration et de synthèse hors équilibre. Le développement des procédés *Spray Flash Evaporation* (SFE) et *Spray Flash Synthesis* (SFS) a fortement contribué au rayonnement scientifique de l'unité et a permis l'ouverture à des thématiques ne concernant pas le domaine de la défense ainsi que la création de la start-up Spinofrin dans le domaine pharmaceutique.

L'émergence de nouvelles thématiques s'appuie sur le développement de moyens, AFM/TERS, métrologie, avènement du SFS.

## B - DOMAINES D'ÉVALUATION

### DOMAINE 1 : PROFIL, RESSOURCES ET ORGANISATION DE L'UNITÉ

#### Appréciation sur les ressources de l'unité

Les activités scientifiques de l'unité se sont maintenues à un excellent niveau en raison du maintien et de l'implication des moyens humains en personnels permanent, et contractuel, chercheurs, PAR et doctorants. L'ISL et les contrats défense assurent la quasi-totalité des ressources annuelles du laboratoire. L'unité dispose également d'un écosystème de grande qualité et utilise au mieux les possibilités qui en résultent. Les outils technologiques et les moyens techniques associés à l'unité contribuent de manière significative au soutien de la recherche.

#### Appréciation sur les objectifs scientifiques de l'unité

L'unité a maintenu son niveau de production scientifique pendant la période et est clairement reconnue par ses pairs comme un acteur de référence dans les domaines des matériaux énergétiques, des matériaux nano-carbonés et nano-céramiques.

Le choix de développer de nouveaux projets liés à des applications civiles est apprécié et peut générer des retombées intéressantes. Cependant, avec un effectif sous tension, ces nouvelles orientations font craindre une dispersion des ressources au détriment des objectifs stratégiques initiaux sur lesquels l'unité est reconnue.

#### Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

L'unité est très attentive à l'accès contrôlé à ses infrastructures, la protection et la sécurité de ses personnels. La dangerosité des expériences réalisées est traitée dans des conditions de sécurité maximale avec une gestion prévisionnelle des expériences des matériaux énergétiques. Chaque poste de travail a une fiche de poste. Le directeur est consulté pour toute publication et participe notamment à la stratégie de choix des journaux scientifiques. Le nombre de réunions annuelles (décisions, organisation, locaux, etc.) réalisées par la direction avec l'ensemble des personnels de l'unité apparaît insuffisant.

## *1/ L'unité possède des ressources adaptées à son profil d'activités et à son environnement de recherche.*

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'hébergement de NS3E par l'ISL s'accompagne d'un soutien récurrent des tutelles en matière d'infrastructure, d'investissement et de ressources financières, permettant à l'unité d'être autonome financièrement avec, par an, 25 k€ de fonctionnement par chercheur et 40 k€ d'équipement.

L'ISL finance ou co-finance la grande majorité des thèses (5/6). Par rapport au précédent mandat, les travaux de recherche menés en collaboration avec d'autres groupes de l'ISL ont légèrement augmenté, ce qui s'est traduit par une hausse de 10 % des publications co-signées avec ces groupes. Ceci renforce les liens au sein de l'ISL mais ne conduit pas à des collaborations externes ou à des retombées financières supplémentaires.

La forte implication de la tutelle ISL a permis des investissements supplémentaires : l'acquisition de deux calorimètres DSC et ATG, d'un AFM/nano Raman et d'une cuve de détonation, ces deux derniers achats bénéficiant d'un co-financement par le CPER.

### Points faibles et risques liés au contexte

L'unité possède des ressources financières très hétérogènes. Le nombre de contrats industriels est faible (un) en dépit d'un nombre important de discussions amorcées (vingt accords de non-divulgence - NDA), ce qui témoigne d'un faible taux de succès au regard du potentiel. De même, les interactions avec l'institut Carnot MICA se sont limitées à un seul projet au cours de la période. L'obtention de projets collaboratifs semble freinée par les coûts élevés de la structure et la thématique « défense ». La faible part de financements hors ISL limite l'attractivité de l'unité vis-à-vis de l'arrivée de nouveaux chercheurs ou doctorants.

Le départ d'un enseignant-chercheur de l'UNISTRA fragilise son interaction avec cette tutelle et présente le risque d'affaiblir son attractivité.

## *2/ L'unité s'est assignée des objectifs scientifiques, y compris dans la dimension prospective de sa politique.*

### Points forts et possibilités liées au contexte

Pour répondre aux objectifs scientifiques, l'unité a défini pour chacun des quatre thèmes une feuille de route ainsi qu'une feuille de route supplémentaire de synergie. Cette synergie a notamment été développée pour les compositions de type NSTEX et leurs applications, certaines activités autour des procédés SFS et SFE et l'usage de nano-céramiques pour les études de limitation optique. Le développement des procédés SFS et SFE et leurs applications dans le civil démontrent l'aptitude de l'unité à élargir sa politique scientifique vers des enjeux sociétaux plus larges que son cœur de métier dans le domaine de la défense. Ces activités bénéficient du soutien des tutelles ISL et CNRS.

### Points faibles et risques liés au contexte

Le choix de développer de nouvelles applications civiles, avec un effectif sous tension, est une source de dispersion des ressources au détriment des objectifs stratégiques initiaux pour lesquels l'unité est missionnée et reconnue. De plus, le faible taux de financements industriels et l'arrêt de la start-up créée sur ces applications civiles sont autant de points faibles.

## *3/ Le fonctionnement de l'unité est conforme aux réglementations en matière de gestion des ressources humaines, de sécurité, d'environnement et de protection du patrimoine scientifique.*

### Points forts et possibilités liées au contexte

En matière de formation, les membres du laboratoire NS3E bénéficient du plan annuel de formation de l'ISL qui dispose pour cela d'un budget important. Outre les formations régulières en pyrotechnie, on dénombre de nombreuses formations suivies pendant le mandat sur des aspects liés aux risques et des formations annuelles obligatoires sur la protection du patrimoine scientifique et sur l'intelligence économique.

Concernant la gestion des ressources humaines, le laboratoire se réfère maintenant à la norme ISO 9001 obtenue fin 2021 par l'ISL.

La réglementation en matière de sécurité des personnels est stricte et bien appliquée. Les aspects d'hygiène, de sécurité et de protection de la santé des personnels sur le lieu de travail sont régulièrement discutés pour répondre continuellement aux possibilités d'amélioration de la sécurité des personnels.

Les personnels sont très régulièrement suivis, avec une visite médicale obligatoire chaque année et la présence quotidienne d'une infirmière.

L'unité NS3E applique les règles très strictes de l'ISL en matière de protection du patrimoine scientifique et des systèmes informatiques. L'ISL dispose d'un service de dix personnes spécialement consacré à cette mission dont l'objectif est de gérer les différents niveaux de sécurité nécessaires aux activités du laboratoire.

Le laboratoire NS3E est très engagé en matière de préservation de l'environnement, d'achats publics, d'économie d'énergie et de ressources, de réduction de l'empreinte carbone, de traitement des déchets et de préservation de la biodiversité. Il respecte pour cela les directives de l'ISL, et oriente également ses recherches vers des procédés plus respectueux de l'environnement. Le directeur est consulté pour toute publication et participe notamment à la stratégie de choix des journaux scientifiques.

### Points faibles et risques liés au contexte

Le laboratoire présente un fort déficit en personnel féminin probablement lié aux domaines d'expertises du laboratoire, centrés sur les matériaux énergétiques et la pyrotechnie. La seule personne féminine permanente de l'unité, récemment recrutée, est une ingénieure de recherche qui développe une nouvelle thématique portant sur l'étude structurale des différents types de nanoparticules composites.

L'éventuel durcissement de la sécurité pyrotechnique peut être un frein au développement de certains projets. Le nombre de réunions annuelles (décisions, organisation, locaux, etc.) réalisées par le directeur avec l'ensemble des personnels de l'unité est insuffisant.

## DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

### Appréciation sur l'attractivité

L'attractivité de NS3E semble fragile. Elle repose en effet sur un socle de compétences et un parc de techniques expérimentales de premier plan, des activités de recherche remarquables et une très forte implication des personnels. Cependant, pour une unité à l'effectif limité, les départs induisant des réductions de l'effectif en personnels chercheurs et contractuels ainsi que l'organisation actuelle de l'unité peuvent limiter son rayonnement et, par conséquent, son attractivité. De plus, le choix d'un recrutement d'un nombre réduit de doctorants apparaît aussi comme un frein au rayonnement de l'unité. L'attractivité de l'unité souffre également d'un déséquilibre dans les co-encadrements – la majorité des doctorants est encadrée par la même personne.

*1/ L'unité est attractive par son rayonnement scientifique et contribue à la construction de l'espace européen de la recherche.*

### Points forts et possibilités liées au contexte

Le rayonnement scientifique de NS3E est de premier plan dans ses thématiques comme en témoignent le nombre et la qualité de ses publications, ainsi que l'augmentation significative du nombre de participations à des conférences : 163 dont 101 dans des congrès internationaux (40 % d'augmentation). Sur les 101 présentations, 29 sont des conférences invitées (35 % d'augmentation). L'unité rayonne également par la mise au point de procédés de formulation et de synthèse comme le procédé *Spray Flash Evaporation* et le procédé *Spray Flash Synthesis*, avec des applications dans les domaines de la défense et du civil (industrie pharmaceutique et transition énergétique). Le développement du procédé SFE, capable de produire des explosifs nanométriques et submicrométriques en quantité suffisante, est une première mondiale. L'industrialisation du procédé a été démontrée pour l'industrie pharmaceutique et la création de la start-up SPINOFRIN. Les travaux concernant les procédés SFS et SFE ont été récompensés par plusieurs prix : Grand Prix Lazare Carnot de l'académie des sciences, médaille de l'Innovation du CNRS 2022, prix de l'innovation I-Lab 2018.

Plusieurs membres du laboratoire sont impliqués dans des comités scientifiques de différents congrès internationaux spécialistes du domaine pyrotechnique notamment (*Europyro, International Pyrotechnics Seminar, 6th international conference on shaping of advanced ceramics*, congrès annuel de l'ICT, etc.). Il est à noter l'entrée d'un membre de NS3E au comité de direction de l'*International Pyrotechnics Society* (vice-président et première représentation française).

#### Points faibles et risques liés au contexte

La thématique « défense » entraîne des contraintes et limitations quant à la possibilité de présenter largement les résultats ou pour l'obtention de contrats avec de nouveaux partenaires, ce qui peut nuire au rayonnement de l'unité.

Le nombre limité de doctorants réduit la dissémination des résultats et, de fait, l'attractivité de l'unité notamment auprès du monde industriel. À un moment où l'on assiste à un renouvellement des cadres de la pyrotechnie en France, cette situation est problématique.

### *2/ L'unité est attractive par la qualité de sa politique d'accueil des personnels.*

#### Points forts et possibilités liées au contexte

Les doctorants, post-doctorants et chercheurs du laboratoire NS3E bénéficient d'un environnement de travail d'une exceptionnelle qualité comme en témoignent le soutien financier de l'ISL, la présence d'une plateforme expérimentale très riche et accessible sans délais, d'un bureau d'études de six personnes, d'un atelier central de 25 personnes et de huit ateliers de proximité équipés de matériels de pointe permettant la conception et la fabrication très rapide de prototypes complexes.

Les doctorants et post-doctorants dont le financement est assuré par l'ISL et la DGA profitent largement de cet environnement de travail et réalisent des recherches originales tout en bénéficiant d'un encadrement technique de qualité. Il est à noter que chaque doctorant bénéficie d'un budget mission (un à deux congrès par an) ainsi qu'un budget pour l'achat de consommables. L'insertion des doctorants post-thèse est bonne puisqu'ils trouvent un emploi dans un délai de six mois.

#### Points faibles et risques liés au contexte

Le domaine scientifique de la défense représente des limitations à la communication et donc à la capacité à développer l'attractivité de l'unité sur cette thématique précise.

Le nombre de personnels permanents est faible au regard de l'effectif total. De plus, le nombre de réunions d'encadrement scientifique direct de certains doctorants est trop réduit, surtout en début de thèse, ce qui peut ralentir l'avancée des travaux de recherche.

Plusieurs personnels chercheurs permanents ont quitté l'unité au cours du mandat (mobilités, démissions, etc.), ce qui impacte aujourd'hui fortement la vie de l'unité et aura très prochainement des conséquences sur le développement, voire le maintien, de certaines activités.

### *3/ L'unité est attractive par la reconnaissance que lui confèrent ses succès à des appels à projets compétitifs.*

#### Points forts et possibilités liées au contexte

Au cours du mandat, ont été obtenus un contrat européen, trois projets ANR ASTRID, deux projets de pré-maturation CNRS, cinq contrats DGA, cinq contrats BAAINBw, un contrat idex, deux contrats industriels. Les contrats sont majoritairement associés aux thèmes : nano-thermites (5) et nanomatériaux énergétiques et non-énergétiques (10), en accord avec le nombre plus important de personnels impliqués dans ces thèmes. Toutefois, les autres thèmes bénéficient également d'au moins un contrat.

De nombreux cofinancements de thèse sont obtenus par l'intermédiaire de la DGA et des subventions supplémentaires par l'intermédiaire du BAAINBw.

## Points faibles et risques liés au contexte

La nature des sujets dans le domaine de la défense et la stratégie de l'unité basée sur une prise de brevets freinent certaines collaborations et réponses aux appels d'offres.

Les coûts de fonctionnement élevés propres à l'ISL dissuadent les éventuels laboratoires partenaires.

### *4/ L'unité est attractive par la qualité de ses équipements et de ses compétences technologiques.*

## Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité NS3E dispose d'une plateforme instrumentale interne très riche en équipements et peut également accéder à des plateformes de l'ISL (microscopie électronique, RMN, etc.), sans compter également des dispositifs de détonique (cuves de détonation, caisson de tir). Les équipements sont, de plus, toujours opérationnels car remplacés lorsqu'ils sont défectueux ou que leur maintenance n'est plus possible. Par la qualité de ses équipements et de ses compétences technologiques, l'unité NS3E possède une excellente attractivité.

Les personnels sont tous habilités au maniement de produits réactifs ainsi qu'à l'utilisation de différents moyens (laser, haute tension).

## Points faibles et risques liés au contexte

Le départ récent de plusieurs personnels et la diversification des orientations thématiques de l'unité fragilisent le maintien de compétences scientifiques et techniques, ce qui peut conduire à des criticités dans une unité de cette taille.

## DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

### Appréciation sur la production scientifique de l'unité

La production scientifique de NS3E est soutenue et de premier plan international dans ses thématiques comme en témoignent le nombre et la qualité de ses publications, même si les thématiques très spécifiques touchent une audience réduite. L'unité a, par ailleurs, augmenté sa production scientifique avec 70 ACL (contre 57 lors du précédent exercice). Plus de 80 % de ces ACL sont dans le premier quartile et correspondent également à un accroissement du nombre de citations.

### *1/ La production scientifique de l'unité satisfait à des critères de qualité.*

## Points forts et possibilités liées au contexte

Au cours de ce mandat, l'unité a augmenté sa production scientifique, 70 articles contre 57 au cours du mandat précédent avec une augmentation sensible du nombre de citations. Plus de 20 articles sont publiés dans des journaux de tout premier plan (*Chemical Engineering Journal*, *Journal of Hazardous Materials*, *ACS Applied Materials and Interfaces*). L'unité publie également dans les principaux journaux spécialisés de son domaine (*Propellants*, *Explosives*, *Pyrotechnics*, *Journal of Energetic Materials*, etc.). Toutes thématiques confondues, le nombre d'articles par ETP et par an a augmenté de 3 à 3,5. De plus, près de 40 % des publications ont été co-signées avec des membres de laboratoires externes. L'équilibre entre les thèmes est respecté avec toutefois une augmentation des publications dans le thème des nanomatériaux énergétiques et non énergétiques (26 articles au total sur la période).

Illustrant une reconnaissance au meilleur niveau international, l'unité a publié un livre et des « reviews » notamment sur le thème des nano-thermites. Des avancées majeures sur la désensibilisation par incorporation dans des nano-thermites de type Al/SnO<sub>2</sub> de polymères conducteurs ont permis une publication dans le journal très reconnu *Chemical Engineering Journal*.

## Points faibles et risques liés au contexte

La récente baisse de l'effectif de l'unité peut présenter un risque important de diminution de sa production scientifique.

### *2/ La production scientifique est proportionnée au potentiel de recherche de l'unité et répartie entre ses personnels.*

## Points forts et possibilités liées au contexte

La production scientifique est équilibrée en volume et en qualité entre l'ensemble des chercheurs (2 à 4 publications par ETP/an) et inclut les PAR, les doctorants et les post-doctorants. Ainsi, l'unité incite les doctorants à publier, un article par an à partir de la deuxième année de thèse. Les post-doctorants sont incités à publier dès la première année. Il existe un bon équilibre entre les thèmes. L'unité incite à une politique de relecture en mode croisé.

## Points faibles et risques liés au contexte

Le pourcentage de doctorants (20 % des publications) mais surtout des post-doctorants (7 % des publications) en premier auteur reste insuffisant.

### *3/ La production scientifique de l'unité respecte les principes de l'intégrité scientifique, de l'éthique et de la science ouverte.*

## Points forts et possibilités liées au contexte

La production scientifique est déposée sur uniVOAK et HAL. L'unité respecte ainsi les principes de la science ouverte. Un soutien financier de l'ISL permet la publication dans des journaux de type *open access*.

L'unité a un rôle de lanceur d'alerte dans le domaine de la sécurité pyrotechnique.

Les doctorants ainsi que toutes les personnes qui publient sont sensibilisées à l'éthique scientifique.

La reproductibilité des résultats est suivie par la tenue d'un cahier de laboratoire, visé tous les six mois par les encadrants et le directeur de l'unité.

## Points faibles et risques liés au contexte

Pour faire vivre l'ensemble de ces sujets de recherche, le nombre et le format des réunions scientifiques des personnels impliqués sur un sujet est insuffisant.

## DOMAINE 4 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ

### Appréciation sur l'inscription des activités de recherche de l'unité dans la société

Le comité apprécie l'implication et les interactions de l'unité dans l'environnement socio-économique, fondées sur des collaborations avec la DGA pour les applications « défense » et la production de brevets. La stratégie de valorisation de l'unité et le succès de ses résultats dans le domaine civil avec la création de la société Spinofrin sont excellents. L'implication de l'unité dans l'environnement professionnel (normes et référentiels professionnels) est exceptionnelle. L'unité est investie dans des actions de dissémination vers le grand public (ouvrages, films sur la bio-inspiration). Cette implication est d'autant plus remarquable eu égard à la thématique de recherche de l'unité et au faible nombre de permanents.

## *1/ L'unité se distingue par la qualité de ses interactions non-académiques.*

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité est impliquée dans l'environnement socio-économique local et national. Elle est impliquée dans l'institut Carnot MICA. L'unité possède plusieurs contrats de collaboration avec la DGA pour le volet militaire. L'unité montre une très bonne dynamique de prospection de partenaires industriels potentiels attestée par les nombreux NDA signés pendant la période. Elle a également obtenu un contrat de collaboration de recherche avec un industriel civil et a accueilli des personnels d'entreprises extérieures. Le succès de la valorisation des résultats des travaux relatifs au procédé SFE témoigne de l'excellente stratégie de valorisation de l'unité. L'unité a su transférer ses résultats initialement obtenus dans le cadre militaire à des applications civiles qui ont conduit à la création de la société Spinofrin en 2018, dont l'activité principale concerne la submicronisation de principes actifs de médicaments pour en augmenter leur efficacité. Spinofrin a été hébergée au sein de l'unité avant d'intégrer ses propres locaux.

### Points faibles et risques liés au contexte

L'unité a signé de très nombreux NDA (23) avec des industriels qui n'ont donné lieu qu'à une seule collaboration de recherche, ce qui est très limité au regard de l'investissement apparent. De même, l'unité s'appuie peu sur l'environnement local (un seul projet financé par l'institut Carnot MICA notamment).

## *2/ L'unité développe des produits à destination du monde socio-économique.*

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité est impliquée dans plusieurs partenariats avec des acteurs économiques, essentiellement dans le domaine de la défense. L'application des résultats de ses travaux dans le domaine civil a permis la création d'une société (Spinofrin), ce qui est remarquable au regard de la thématique et de la taille réduite de l'unité. Par ailleurs, les travaux de l'unité ont conduit au dépôt de sept brevets, ce qui est aussi un très bon résultat. L'unité a présenté ses travaux hors du domaine universitaire, telles que responsables militaires ou diplomates. Elle a également dispensé de nombreuses formations professionnelles au sein de ses locaux à des professionnels de la sécurité ou de la pyrotechnie.

De plus, l'unité contribue à la rédaction de normes, de procédures et de référentiels dans ses domaines d'activité ce qui est aussi remarquable. Ce travail consiste également à participer à de nombreux échanges avec tous les acteurs impliqués et correspond à une valorisation importante et reconnue dans le domaine.

### Points faibles et risques liés au contexte

La thématique militaire et le caractère éventuellement confidentiel des travaux de l'unité peuvent être des freins évidents au développement de produits à destination du monde socio-économique.

## *3/ L'unité partage ses connaissances avec le grand public et intervient dans des débats de société.*

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité est impliquée dans des actions de dissémination scientifique dans le grand public, notamment à travers sa participation à un ouvrage collectif et à un film documentaire sur la bioinspiration. Cette implication est remarquable eu égard à la thématique de recherche de l'unité et au faible nombre de permanents.

### Points faibles et risques liés au contexte

La thématique militaire et le caractère éventuellement confidentiel des travaux de l'unité contraignent la dissémination scientifique dans le grand public.

## C - RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

### *Recommandations concernant le domaine 1 : Profil, ressources et organisation de l'unité*

L'organisation de l'unité doit être améliorée. Il est notamment nécessaire d'amplifier une participation plus collaborative au fonctionnement et dans la politique scientifique de l'unité.

L'unité est encouragée à développer la vie collective et l'animation scientifique commune, en organisant des réunions plus fréquentes de l'ensemble des personnels (chercheurs, PAR, étudiants). Leur absence est mal vécue au quotidien par une majorité des personnels permanents et non permanents. L'amélioration de cette situation pourrait lever les freins actuels au recrutement et éviter de nouveaux départs.

### *Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité*

Afin de renforcer son attractivité, le comité recommande à l'unité de poursuivre son effort de représentation dans des conférences internationales, des instances et comités scientifiques, ainsi que ses collaborations universitaires. Le comité recommande également à l'unité d'étendre le recrutement de doctorants au niveau national et de faire participer les doctorants dans des événements à la rencontre de stagiaires ou doctorants potentiels.

### *Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique*

Le comité recommande à l'unité de tempérer la multiplicité des journaux dans lesquels elle publie, car ceci risque d'entraîner une diminution de l'impact scientifique de ses travaux. La publication dans des journaux de premier plan est à poursuivre et renforcer. De plus, les porteurs de thématique scientifique doivent être correctement identifiés comme auteurs correspondants afin de développer leur reconnaissance et également l'attractivité de l'unité.

### *Recommandations concernant le domaine 4 : Inscription des activités de recherche dans la société*

Le comité recommande à l'unité de mieux qualifier les enjeux sociétaux côté applications civiles et les besoins des prospects industriels afin de pouvoir obtenir un taux de succès supérieur vis-à-vis des partenariats industriels. Ce travail peut se faire en collaboration avec des instituts Carnot ou par la participation à des salons ou à des rencontres au sein de Pôles de Compétitivité. Suite à la difficulté de pérennisation de Spinofin, le projet de prématuration basé sur le procédé SFS semble paraître prématuré.

## DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

### DATE

**Début :** 14 octobre 2022

**Fin :** 14 octobre 2022

**Entretiens réalisés en présentiel**

### PROGRAMME DES ENTRETIENS

Le comité d'experts a été accueilli le 14 octobre 2022 au sein du laboratoire NS3E - 5, rue du Général Cassagnou - Saint-Louis (68). Il a eu à sa disposition une salle de réunion (salle A) pour ses réunions à huis clos ainsi que pour les réunions à huis clos avec les tutelles et avec les différentes catégories de personnels. Les réunions ouvertes aux personnels ont eu lieu dans la salle Schardin de l'ISL. Le programme de l'entretien est résumé ci-après.

08:00 - 08:30	Réunion du comité (huis clos)
08:35 - 08:40	Présentation du comité et du déroulement de l'entretien (ouvert à l'ensemble de NS3E)
08:40 - 09:45	Présentation du bilan/vie/trajectoire de NS3E : directeur de l'unité : 40' Discussion : 25' (ouvert à l'ensemble de NS3E)
09:45 - 11:00	Faits marquants <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Matériaux énergétiques : nouveaux concepts et propriétés</li><li>▪ Avènement des études mécanistiques des procédés</li><li>▪ Valorisation et démonstrateurs</li></ul> Discussion : 30' (ouvert à l'ensemble de NS3E)
11:00 - 11:25	Pause
11:25 - 11:55	Entretien à huis clos du comité avec les tutelles ISL, UNISTRA, CNRS
11:55 - 13:45	Repas et réunion du comité (huis clos)
13:45 - 14:05	Entretien à huis clos du comité avec le directeur d'unité du mandat actuel
14:10 - 14:35	Entretien à huis clos du comité avec les personnels d'appui à la recherche
14:40 - 14:05	Entretien à huis clos du comité avec les personnels chercheurs
15:10 - 15:35	Entretien à huis clos du comité avec les doctorants, post-doctorants, contractuels
15:40 - 16:00	Entretien à huis clos du comité avec le futur directeur d'unité ( <i>à la demande du comité</i> )
16:00 - 16:10	Pause
16:10 - 17:30	Visite du laboratoire NS3E
17:30	Clôture du comité

## OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

**Université**

**de Strasbourg**

Monsieur Éric Saint-Aman  
Directeur du Département d'évaluation de la recherche  
HCERES - Haut conseil de l'évaluation de la recherche et  
de l'enseignement supérieur  
2 rue Albert Einstein  
75013 PARIS

Strasbourg, le 24 janvier 2023

Objet : Rapport d'évaluation DER-PUR230023324 - NS3E - Nanomatériaux pour les systèmes sous sollicitations extrêmes

Réf. : RB/FF/ 2023-008

**Rémi Barillon**

Vice-Président Recherche,  
formation doctorale et sciences  
ouvertes

Cher Collègue,

**Affaire suivie par :**

Florian Fritsch  
Responsable du département  
Administration de la recherche  
Tél : 03.68.85.15.19

[florian.fritsch@unistra.fr](mailto:florian.fritsch@unistra.fr)

L'université de Strasbourg vous remercie ainsi que tous les membres du comité HCERES pour le travail d'expertise réalisé sur l'unité de recherche « Nanomatériaux pour les systèmes sous sollicitations extrêmes » (NS3E- UMR 3208).

Nous n'avons aucune observation de portée générale à formuler sur le rapport d'évaluation transmis.

Je vous prie d'agréer, Cher Collègue, l'expression de mes cordiales salutations.



Rémi Barillon

**Direction de la Recherche**

4 Rue Blaise Pascal  
CS 90032  
F-67081 STRASBOURG CEDEX  
Tél. : +33 (0)3 68 85 15 80  
Fax : +33 (0)3 68 85 12 62  
[www.unistra.fr](http://www.unistra.fr)

Saint-Louis, 23 février 2023

Observations de portée générale du Directeur de NS3E au projet de rapport d'évaluation de NS3E par l'HCERES

Nous remercions l'HCERES pour ce rapport d'évaluation que nous estimons globalement bon. Cependant, nous donnons ci-dessous nos observations de portée générale.

Réponses détaillées :

Point 1 : Page 7 : L'HCERES écrit dans *Appréciation sur le fonctionnement*, « Le nombre de réunions annuelles (décisions, organisations, locaux, etc.) réalisées par la direction avec l'ensemble des personnels de l'unité apparaît insuffisant » Réponse : Comme cela a été précisé dans le Document d'Auto-Evaluation (DAE), les réunions ont eu lieu avec l'ensemble du personnel suivant une périodicité de deux semaines environ. Cette périodicité a cependant été impactée par la pandémie liée à la Covid-19, même si toutefois les réunions régulières ont pu avoir lieu. Ces réunions ont eu lieu dans des salles plus grandes pour respecter les normes de distanciation. Si la direction a fait beaucoup d'efforts en maintenant ces réunions ainsi que leur périodicité, et ce malgré la pandémie, apparemment il n'y en a pas eu assez. Nous attirons l'attention sur le fait, que même près de trois ans après le début de la pandémie de la Covid-19, nous ne sommes toujours pas revenus, en raison des procédures sanitaires toujours en vigueur, à nos pauses café quotidiennes, dont nous apprécions aujourd'hui plus que jamais, l'apport bénéfique. De plus, l'effort fait par le Directeur, dès le début de la pandémie, de permettre à chaque personne d'avoir son propre bureau, pour être en sécurité maximale vis-à-vis d'une contamination par le virus, s'il a été apprécié au départ, n'est aujourd'hui plus forcément apprécié par tous. Les personnes ont besoin d'un contact quotidien, nous espérons que les mesures sanitaires permettront bientôt le retour de la machine à café dans la salle de réunion et le renforcement de la convivialité telle que nous la connaissions avant mars 2020. De plus, en ce qui concerne l'organisation, des tâches à caractère collectif ont été attribuées à chaque personne du laboratoire dans le but d'associer au mieux les personnes à l'effort commun.

Point 2 : Page 8 : L'HCERES écrit dans *Points forts et possibilités liées au contexte, Points faibles et risques liés au contexte*, « De même, les interactions avec l'institut Carnot MICA se sont limitées à un seul projet au cours de la période. L'obtention de projets collaboratifs semble freinée par les coûts élevés de la structure et la thématique « défense. » » Réponse : Cette affirmation n'est pas tout à fait exacte et doit être nuancée. Le laboratoire a fait plusieurs soumissions de projets, certes plus nombreuses lors de la mandature précédente, projets qui n'ont souvent pas été retenus, du fait que MICA considère que NS3E, fortement financé par l'ISL, a tout simplement assez de moyens pour fonctionner. On peut regretter que MICA, du fait des moyens disponibles, prive ainsi trop souvent l'environnement économique de la qualité de notre recherche.

Point 3 : Page 9 : L'HCERES écrit dans *Points faibles et risques liés au contexte*, « Le nombre de réunions annuelles (décisions, organisation, locaux, etc.) réalisées par le directeur avec l'ensemble des personnels de l'unité est insuffisant » Réponse : Nous avons déjà répondu à cette remarque. Pour la réponse, cf. notre réponse au point 1.

Point 4 : Page 9 : L'HCERES écrit dans *Appréciation sur l'attractivité*, « De plus, le choix d'un recrutement d'un nombre réduit de doctorants apparaît aussi comme un frein au rayonnement de l'unité. L'attractivité de l'unité souffre également d'un déséquilibre dans les co-encadrements – la majorité des doctorants est encadrée par la même personne » Réponse : Le fait d'avoir un nombre réduit de doctorants ne relève pas d'un choix délibéré, c'est une nécessité par rapport à la petite taille du laboratoire. Le fait qu'actuellement la plupart des doctorants soient encadrées par une personne est contextuel, cela ne concerne en effet que les deux dernières années de l'actuelle mandature, et pourrait s'améliorer dès 2023, si nous obtenons l'équivalence d'HDR pour notre ingénieure de recherche. En effet, le directeur de NS3E vient de demander à l'UNISTRA l'octroi de l'équivalence de l'HDR pour l'ingénieure de recherche ayant une HDR obtenue précédemment dans une université anglaise.

Point 5 : Page 12 : L'HCERES écrit dans *La production scientifique de l'unité respecte les principes de l'intégrité scientifique, de l'éthique et de la science ouverte, Points faibles et risques liés au contexte*, « Pour faire vivre l'ensemble de ces sujets de recherche, le nombre et le format des réunions scientifiques des personnels impliqués sur un sujet est insuffisant » Réponse : Nous ne partageons ici pas l'avis de l'HCERES. En plus du renvoi sur notre réponse au point 1 concernant les réunions scientifiques d'une périodicité de deux semaines, nous signalons que beaucoup de réunions scientifiques plus spécifiques ont été tenues, sur des points scientifiques précis, et qui n'impliquaient pas à chaque fois l'ensemble de l'effectif du laboratoire.

Point 6 : Page 13 : L'HCERES écrit dans *L'unité se distingue par la qualité de ses interactions non-académiques, Points faibles et risques liés au contexte*, « L'unité a signé de très nombreux NDA (23) avec des industriels qui n'ont donné lieu qu'à une seule collaboration de recherche, ce qui est très limité au regard de l'investissement apparent. De même, l'unité s'appuie peu sur l'environnement local (un seul projet financé par l'institut Carnot MICA notamment) » Réponse : L'unité collabore fortement avec l'ensemble des industriels français et allemands de la défense sans pour autant faire des contrats. Ceci est inhérent au fonctionnement de l'ISL et spécifique au fonctionnement même de l'industrie de la défense, qui n'est pas le même que celui des entreprises privées civiles. Beaucoup de contrats financés par la DGA ou le BAANBw impliquent de facto les industriels de la défense, qui eux ne payent pas directement l'UMR. De plus, en ce qui concerne les NDA signés avec les industriels de la transition énergétique, ils sont très récents, et des contrats ne pourront se faire que si les moyens et les ressources humaines du laboratoire le permettent. Concernant MICA, nous signalons, que contrairement à ce qui est affirmé ici par l'HCERES, NS3E s'appuie très fortement sur son environnement local, et l'augmentation du nombre des publications avec l'environnement externe et aussi local, augmentation signalée par ailleurs par l'HCERES, en témoigne.

Point 7 : Page 14 : L'HCERES écrit dans *Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique*, « De plus, les porteurs de thématique scientifique doivent être correctement identifiés comme auteur correspondants afin de développer leur reconnaissance et également l'attractivité de l'unité » Réponse : Le laboratoire l'a toujours fait. NS3E, dans son organigramme, a défini les porteurs des quatre thématiques du laboratoire de manière très claire. Il n'y là-dessus aucune ambiguïté et cela se traduit d'ailleurs de manière très claire aussi au niveau des publications où les auteurs de ces thématiques sont cités en tant qu'auteur principal. La direction a toujours tenu à ce que les porteurs soient bien identifiés, et les porteurs ont toujours été reconnus et identifiés. Une amélioration pourrait être la mise en place du site internet avec les porteurs de thématiques également bien identifiés sur ce type de support.

Point 8 : Page 14 : L'HCERES écrit dans *Recommandations concernant le domaine 4 : Inscription des activités de recherche dans la société*, « Suite à la difficulté de pérennisation de Spinofrin, le projet de pré-maturation basé sur le procédé SFS semble paraître prématuré » Réponse : Nous demandons le retrait de cette phrase de cette évaluation du fait qu'il s'agit là d'une analyse trop sommaire qui induit de la subjectivité. Cette phrase fait un amalgame entre le devenir d'une société, et les procédés développés par le laboratoire, ce qui est au détriment à la fois de Spinofrin, mais aussi des procédés SFE et SFS dont le comité HCERES n'a peut-être pas perçu suffisamment les différences, les portées et les opportunités, voire que NS3E ne les a pas suffisamment expliquées. Les deux procédés SFE et SFS, s'ils incluent des pilotes qui se ressemblent étrangement, permettent des réalisations, qui d'un point de vue chimique, sont conceptuellement totalement différentes : l'un concerne la recristallisation ou la formulation, et l'autre la synthèse chimique. Les verrous technologiques des deux procédés ne sont donc pas identiques. Sans citer toutes les différences entre les deux procédés, nous donnons, à titre d'exemple, une différence essentielle entre le SFS et le SFE, qui est que la production permise par le SFS, étant donnée une bien plus forte solubilité démontrée des précurseurs dans les solvants, est en moyenne, 10 à 100 fois supérieure à celle du SFE. Il est évident, que le SFS est donc intrinsèquement, dès le départ, plus proche de la valorisation industrielle. A notre sens, il vaut donc mieux tout simplement retirer cette mention du rapport d'évaluation de l'HCERES, d'autant plus que le SFS, a déjà fait l'objet d'une pré-maturation financée par le CNRS, et décrite à la fois dans le Document d'Auto-Evaluation, le Portfolio, et deux des exposés présentés par NS3E le jour de la visite de l'HCERES.

Point 9 : Page 15 : L'HCERES écrit dans *Déroulement des entretiens*, «15:10 – 16:10 Visite du laboratoire NS3E» Réponse : Contrairement à ce qui est affiché ici, et à notre grand regret, l'HCERES n'a pas visité dans le créneau temporel imparti, les installations du laboratoire.

Nous remercions l'HCERES pour avoir bien voulu évaluer notre laboratoire, et vous prions de recevoir notre plus sincère considération.



Denis SPITZER  
Directeur du laboratoire NS3E

Les rapports d'évaluation du Hcéres  
sont consultables en ligne : [www.hceres.fr](http://www.hceres.fr)

Évaluation des universités et des écoles

Évaluation des unités de recherche

Évaluation des formations

Évaluation des organismes nationaux de recherche

Évaluation et accréditation internationales



2 rue Albert Einstein  
75013 Paris, France  
T. 33 (0)1 55 55 60 10

[hceres.fr](http://hceres.fr)

[@Hceres\\_](https://twitter.com/Hceres_)

[Hcéres](https://www.youtube.com/Hceres)

