



**HAL**  
open science

## Laboratoire hydrazines et procédés

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. Laboratoire hydrazines et procédés. 2010, Université Claude Bernard Lyon 1 - UCBL. hceres-02034008

**HAL Id: hceres-02034008**

**<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02034008>**

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 :

Laboratoire Hydrazines et Composés Energétiques

Polyazotés - UMR CNRS 5179

sous tutelle des  
établissements et organismes :

CNRS

UCBL

SNPE Matériaux énergétiques

CNES

Mai 2010



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

Section des Unités de recherche

## Rapport de l'AERES sur l'unité :

Laboratoire Hydrazines et Composés Energétiques

Polyazotés - UMR CNRS 5179

sous tutelle des établissements et  
organismes :

CNRS

UCBL

SNPE Matériaux énergétiques

CNES

Le Président  
de l'AERES

Jean-François Dhainaut

Section des unités  
de recherche

Le Directeur

Pierre Glorieux

Mai 2010



## Unité

Nom de l'unité : Laboratoire Hydrazines et Procédés

Label demandé : UMR CNRS - UCBL - SME - CNES

N° si renouvellement : UMR 5179

Nom du directeur : M. Henri DELALU

## Membres du comité d'experts

Président :

M. Pascal GRESSIER

Experts :

M. Marc COMET

M. Guy QUEGUINER

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

M. Pascal GRESSIER (CoNRS)

M. Jean-François LAMBERT (CNU)

## Représentants présents lors de la visite

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Régis REAU

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

M. Jean-François BAUMARD, Directeur Scientifique Adjoint de l'Institut de Chimie du CNRS

M. Jean-François MORNEX, Vice-Président de l'UCBL

M. Y. GUELOU, Chef du Service Equipements Propulsifs et Mécanismes au CNES

M. H. GRAINDORGE, Directeur de Recherche et Technologie Matériaux Energétiques SNPE



# Rapport

## 1 • Introduction

- Date et déroulement de la visite :

La visite du Laboratoire Hydrazines et Procédés (LHP) par le comité d'experts de l'AERES a eu lieu le 19/01/2010. Après une présentation du laboratoire par son Directeur, les chercheurs de l'unité ont exposé leurs travaux. Les recherches en cours au LHP et le projet scientifique ont respectivement fait l'objet de trois et deux exposés de très bonne tenue. Le comité a ensuite rencontré les autorités de tutelle (UCBL, CNRS, CNES, SME). Après une visite du laboratoire, une rencontre (hors direction) s'est tenue avec le personnel. Une réunion à huis clos du comité d'experts a clôturé cette journée.

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

Le Laboratoire d'Énergétique et Synthèse Inorganique (LESI, UPRES 5079) comportant deux thématiques de recherche, l'une sur les hydrazines d'intérêt spatial et pharmaceutique et l'autre sur la thermodynamique des systèmes multiconstitués, est devenu un laboratoire commun CNRS-UCBL-ISOCHEM le 1er janvier 2001. A l'issue d'une période de 2 ans, ce laboratoire a été labellisé UMR 5179, devenant le Laboratoire Hydrazines et Procédés (LHP). Cette labellisation a été reconduite à l'occasion du nouveau plan quadriennal 2007-2010. En 2008, suite à la séparation possible d'ISOCHEM, l'UMR s'est retrouvée sous la tutelle du CNRS et de l'UCBL. Pour la prochaine contractualisation, le projet d'UMR commune CNRS-UCBL-SME (SNPE Matériaux Énergétiques)-CNES permet dans une même structure d'intégrer les recherches de la molécule d'ergol à la modélisation du cycle moteur.

Le laboratoire occupe actuellement 310 m<sup>2</sup> dans un bâtiment de chimie du campus de la Doua de l'UCBL. Il déménagera fin 2010 vers un autre bâtiment où il occupera 750 m<sup>2</sup>.

Cette unité de petite taille travaille principalement sur une thématique scientifique générale. Le comité a donc décidé de faire une évaluation globale, ce qui est en accord avec l'organigramme proposé par la direction de l'unité.

- Equipe de Direction :

La direction de l'équipe est assuré un Directeur de Recherches CNRS.



- Effectifs de l'unité : (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	3	3
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	2	2
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)		3 chercheurs CNES
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	3	3
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	1	1
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	6	3
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	2	2

## 2 • Appréciation sur l'unité

- Avis global :

Le LHP s'intéresse aux procédés de synthèse de dérivés de l'hydrazine destinés à la propulsion, la pyrotechnie et l'industrie pharmaceutique. Ses activités dans ce domaine sont indiscutablement reconnues au plan national, puisque plusieurs partenaires industriels de premier plan (SME, CNES) apportent un soutien régulier et important au LHP. Les réalisations technologiques du LHP font d'ailleurs l'objet de dépôts et d'extensions de brevets réguliers. Plusieurs installations industrielles fonctionnelles ont été créées grâce aux recherches du laboratoire. Le soutien industriel se décline non seulement en termes de crédits d'investissement et d'équipement mais aussi en termes de financement des salaires du personnel non-permanent. L'implication croissante des partenaires industriels dans cette unité est bien illustrée par la création d'un laboratoire commun quadripartite (1er janvier 2009) impliquant le CNRS, l'UCBL, le CNES et SME. L'excellent projet constituant l'ossature de ce laboratoire commun est la synthèse de molécules énergétiques poly-azotées destinées à la propulsion et à la pyrotechnie. Il intègre recherche de molécules, production industrielle et utilisation dans les moteurs. Ce domaine, qui constitue indubitablement l'avenir des molécules énergétiques intrinsèques, doit être considéré -et soutenu- comme étant absolument stratégique pour l'industrie française.

- Points forts et opportunités :

- Compétence quasi-unique en Europe fondée sur les trois points forts du laboratoire : synthèse de structures complexes azotées qui sont des précurseurs de molécules « High Energy Density Molecules », procédés, diagrammes de phases.



- Originalité des projets de recherche.
- Solidité des collaborations industrielles.
- Réalisations industrielles (mise au point d'unités de production).
- Capacité à obtenir des financements (obtention en 2008 d'une ANR de 568 k€).

Bon taux d'encadrement de thésards, dont le placement est réalisé.

- Jeunesse, dynamisme et bonne cohésion de l'équipe.
- Nombre croissant de publications.

- Points à améliorer et risques :

- Développer les collaborations internationales.
- Améliorer la politique de publication : viser des journaux plus généralistes à plus haut facteur d'impact.
- Diversifier la participation aux congrès (par exemple : International Pyrotechnics Seminar, Workshop on Pyrotechnic Combustion, conférence annuelle de l'ICT (Institut Chemische Technologie) à Karlsruhe et la communication scientifique par le biais de conférences invitées et de séminaires.
- Mettre au point une stratégie de communication à destination du grand public.
- Assurer la pérennité de la gouvernance du laboratoire en anticipant le départ en retraite d'un Directeur compétent et expérimenté.

- Recommandations au directeur de l'unité :

Cette Unité, qui est l'une des rares à former un laboratoire commun avec des partenaires industriels, doit conserver ses compétences sur les hydrazines. Une politique doit être mise en œuvre afin d'obtenir un plus grand soutien de l'Université. Ce soutien apparaît actuellement trop faible au regard de l'importance et de l'originalité de cette Unité.

- Données de production :

(cf. [http://www.aeres-evaluation.fr/IMG/pdf/Criteres\\_Identification\\_Ensgts-Chercheurs.pdf](http://www.aeres-evaluation.fr/IMG/pdf/Criteres_Identification_Ensgts-Chercheurs.pdf))

A1 : Nombre de producteurs parmi les chercheurs et enseignants chercheurs référencés en N1 et N2 dans la colonne projet	5
A2 : Nombre de producteurs parmi les autres personnels référencés en N3, N4 et N5 dans la colonne projet	2
A3 : Taux de producteurs de l'unité [A1/ (N1+N2)]	1
Nombre d'HDR soutenues	0
Nombre de thèses soutenues	4
Autre donnée pertinente pour le domaine (à préciser...)	3 brevets nationaux, 3 extensions



### 3 • Appréciations détaillées :

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

La synthèse de dérivés organiques de l'hydrazine est une chimie relativement classique. Toutefois, le LHP possède l'expertise et le savoir-faire nécessaire dans le domaine du génie des procédés pour transposer avec succès la synthèse de ces composés à l'échelle industrielle. Pour cela, le laboratoire s'appuie sur des recherches plus fondamentales dans le domaine de la thermodynamique. L'Analyse Thermique Isopléthique, technique développée au LHP, en est une illustration. Les résultats de recherche se sont traduits par plusieurs applications fonctionnant à l'échelle industrielle (SNECMA, SNPE, SERVIER). La thématique « Chimie du Solide » est séparée tant conceptuellement (matériaux pour varistances) que géographiquement (Montpellier) des autres recherches menées dans l'unité. L'étude de ces matériaux pour varistances fait l'objet d'une collaboration étroite avec AREVA et d'un projet ANR.

Le LHP possède donc un impact important au niveau du développement de procédés industriels. En revanche, le niveau de citation mesuré par les indicateurs bibliométriques usuels est assez faible. Les publications de l'unité (26) sont en nombre croissant de 2005 à 2009. Sur cette même période, on dénombre 12 communications orales et 29 communications par affiche, 3 brevets et 4 thèses soutenues. Les publications dans des journaux à comité de lecture sont en nombre assez limité, restreintes à des journaux spécialisés (cinétique formelle, analyse thermique) ou technologiques. Une politique de publication plus ambitieuse dans des journaux à plus haut facteur d'impact donnerait à l'unité une meilleure visibilité.

Les relations contractuelles avec différents partenaires industriels constituent le point fort de l'unité et sa raison d'être. La collaboration avec la SNPE-Matériaux énergétiques a été récemment étendue au CNES dans le cadre du nouveau laboratoire commun créé le 1er janvier 2009. La collaboration avec l'industrie pharmaceutique se poursuit.

- Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'unité de recherche dans son environnement :

Aucun prix ni distinction n'a été décerné aux membres de l'unité dans la période considérée. Par ailleurs, il n'est pas fait mention d'invitation à des manifestations internationales. Le rayonnement de l'unité est donc à développer, bien que son domaine particulier de recherche rende cet objectif difficile (confidentialité des recherches menées avec les partenaires industriels). Toutefois, on note une bonne participation des permanents et des doctorants à des congrès. Une plus grande diversité de ces congrès est souhaitable (par exemple : IPS, WPC, ICT vide supra).

Deux jeunes maîtres de conférences ont été récemment recrutés, ainsi qu'un post-doctorant étranger spécialisé dans les molécules énergétiques poly-azotées.

Malgré sa petite taille, l'unité possède une excellente capacité à attirer des financements externes. Une ANR importante (568 k€), labellisée par deux pôles de compétitivité mondiaux (AXELERA, AEROSPACE VALLEY), a été obtenue en 2008. L'unité est également impliquée dans un projet régional (PRISME), permettant le financement d'une bourse doctorale. La thématique « Chimie du Solide » bénéficie également d'un programme ANR AREVA/LHP.

Les partenariats actuels du laboratoire sont surtout nationaux, ce qui se comprend dans un secteur qui est l'objet d'une intense compétition internationale. Toutefois, le laboratoire pourrait développer des collaborations internationales en participant par exemple aux PCRD européens.





La valorisation industrielle des recherches du laboratoire est excellente. Non seulement des brevets sont pris, mais des productions industrielles ont été développées sur la base des résultats et compétences du laboratoire. Des efforts de vulgarisation pourraient être entrepris, certains sujets s'y prêtant particulièrement bien (propulsion spatiale du futur). Pour cela, plusieurs pistes pourraient être envisagées : publications dans des revues telles que l'Actualité Chimique, participation à des manifestations de diffusion de la culture scientifique (semaine de la science), communications dans les médias (chronique science de France-Info, interview sur les chaînes régionales)...

L'équipe a bénéficié de financements de thèses par le biais des programmes EMERGENCE et PRISME de la région Rhône-Alpes. Ces soutiens sont liés à des projets industriels portant respectivement sur la synthèse d'un précurseur de molécules d'intérêt pharmaceutique (SANOFI-AVENTIS) et la valorisation de solutions à haut titre d'hypochlorite de sodium (ARKEMA).

- **Appréciation sur la stratégie, la gouvernance et la vie de l'unité:**

L'organisation des recherches de l'unité est pertinente. La présence de la thématique « Chimie du Solide », qui ne s'inscrit pas dans l'activité principale du laboratoire, est liée à des raisons historiques.

La gouvernance de l'équipe est menée de manière compétente et efficace. La communication interne au sein du laboratoire est très bonne. La taille de l'équipe favorise un échange régulier d'informations entre les différents personnels et une bonne synergie entre les thématiques étudiées.

En matière de communication externe, des séminaires de laboratoire devraient être organisés. Ils seraient l'occasion de faire rayonner les recherches de l'équipe et d'inviter des conférenciers dans des domaines scientifiques d'intérêt général pour le laboratoire.

L'unité montre sa réactivité aux enjeux stratégiques industriels et sa capacité à prendre des risques en construisant un projet de recherche ambitieux dans le domaine des molécules énergétiques poly-azotées. Le lancement d'un laboratoire commun sur ce sujet avec des partenaires industriels (CNES, SME) fournit un cadre particulièrement approprié à la valorisation à court terme des résultats.

Les enseignants chercheurs de l'équipe, de par leurs compétences particulières dans le domaine des procédés et des applications industrielles, amènent à leurs étudiants une connaissance originale. Le développement de recherches sur les matériaux énergétiques pourrait conduire à terme, à un enseignement universitaire spécifique dans ce domaine. Il est à noter que ce type de formation n'existe pas encore à l'heure actuelle en France.

- **Appréciation sur le projet :**

Le projet présenté par l'équipe porte sur la synthèse de molécules énergétiques poly-azotées. Ce type de molécules représente indiscutablement l'avenir des matériaux énergétiques intrinsèques. Depuis quelques années, d'importantes recherches ont d'ailleurs été entreprises dans ce domaine par plusieurs pays (Etats-Unis, Allemagne, Suède). Les travaux réalisés par ces équipes étrangères leur ont permis d'acquérir très rapidement une grande notoriété et d'asseoir leur prestige international.

L'importance stratégique de ce projet pour les industries françaises du secteur spatial et du domaine de la défense doit être soulignée. Les molécules poly-azotées dont la synthèse est envisagée trouveront un champ d'applications immense. Parmi celles-ci, peuvent être citées : la propulsion (ergols), la génération de gaz, les poudres pour armes et les explosifs de nouvelle génération.

L'unité possède tous les atouts pour mener à bien ce projet ambitieux :

- Une compétence bien établie dans le domaine de la chimie des hydrazines, qui peuvent être utilisées comme « briques » de base pour construire les molécules poly-azotées visées.



- Une excellente maîtrise des procédés qui facilitera le transfert du laboratoire vers l'industrie.

- Des relations pérennes avec des partenaires industriels reconnus dans le domaine de la propulsion (CNES) et de la pyrotechnie (SME), qui permettront de trouver rapidement des applications pratiques aux recherches effectuées.

Les bénéfices tirés de ce projet par l'unité seront nombreux. Parmi ceux-ci peuvent être cités :

- un accroissement potentiel de sa notoriété académique par des publications dans des revues à très haut facteur d'impact,

- la prolongation, l'intensification et la diversification des relations avec l'industrie,

- le développement d'une politique de communication centrée autour de ces matériaux de nouvelle génération,

- la possibilité d'envisager de nouvelles sources de financement (thèses DGA, nouveaux financements ANR),

- la création d'enseignements universitaires spécifiques sur les matériaux énergétiques.

L'analyse technique du projet, met en évidence deux étapes :

1) A moyen terme : la réalisation de composés dits HEM (High Energy Materials). L'approche envisagée paraît à la fois réaliste et très élégante au plan fondamental. On notera en particulier la formation de sels énergétiques à partir de structures tri-azotées et la mise en œuvre de la chloramine (domaine d'expertise du laboratoire) pour obtenir par substitution nucléophile sur l'azote des structures poly-azotées.

2) A plus long terme : la synthèse de composés HEDM (High Energy Density Materials). Les composés de ce type sont restés jusqu'à une époque relativement récente, des molécules « modélisées » sans existence réelle. Depuis quelques années, certaines de ces molécules ont été synthétisées. Leurs propriétés extraordinaires justifient pleinement l'attention théorique qui leur avait été portée. L'unité a recruté un post-doctorant disposant d'un haut niveau de compétence dans ce domaine.

L'unité devra utiliser des équipements scientifiques nécessaires pour mener à bien le projet qu'elle propose :

- Pour la caractérisation et la manipulation des matériaux énergétiques : DSC, mouton de choc, appareillage de friction, dispositif de test à la décharge électrostatique (ESD). Ceci est indispensable pour des raisons de sécurité. Le personnel du laboratoire est très conscient des risques et la politique de sécurité menée par les 2 ACMO est soutenue et suivie par tous ses membres.

- Pour la caractérisation des structures : RMN <sup>15</sup>N, masse, IR, UV, Raman, et la recherche de nouvelles molécules : calculs ab initio et modélisation...La mise à disposition de la RMN par la SME et de résultats de calculs par le CNES sont des points très positifs. Il faut veiller à ce qu'ils constituent de véritables collaborations.

Le projet de développer de nouvelles molécules énergétiques poly-azotées est ambitieux et conduira très probablement à plusieurs ruptures technologiques à moyen terme. L'intégration du projet depuis la synthèse des molécules jusqu'à la simulation des processus dans les moteurs est très originale. Les risques scientifiques existants dans le cadre de ce projet sont relativement limités car l'existence et l'intérêt énergétique des composés poly-azotés ont été démontrés. De plus, ces recherches ont une importance stratégique et bénéficient du soutien de plusieurs industriels reconnus (CNES, SME).

Le seul risque identifiable est un risque « expérimental » lié à la manipulation de composés énergétiques. Ce risque paraît cependant limité dans la mesure où le laboratoire dispose d'un personnel spécifiquement formé et la manipulation de substances énergétiques en quantités significatives est réalisée dans des installations dédiées de la SME.



## Laboratoire hydrazines et Procédés UMR 5179 Delalu

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	B	A	A

Villeurbanne, le 19 Mars 2010

M. Pierre GLORIEUX  
Directeur de la section des unités de l'AERES  
20 rue Vivienne

75002 PARIS

Monsieur le Directeur,

Je vous remercie pour l'envoi du rapport du comité de visite concernant l'unité de recherche :

«Laboratoire Hydrazines et Procédés» rattachée à mon établissement.

Ce rapport n'appelle pas de commentaire particulier de la part de l'université.

Je vous prie de croire, Monsieur le Directeur, à l'expression de ma meilleure considération.

Le Président de l'Université



Lionel Collet