



**HAL**  
open science

## DEP - Département énergétique et procédés

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. DEP - Département énergétique et procédés. 2014, Mines ParisTech. hceres-02031346

**HAL Id: hceres-02031346**

**<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02031346>**

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

Évaluation de l'AERES sur l'unité :

Département Energétique et Procédés

DEP

sous tutelle des

établissements et organismes :

MINES ParisTech





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

Section des Unités de recherche

*Pour l'AERES, en vertu du décret du 3  
novembre 2006<sup>1</sup>,*

- M. Didier HOUSSIN, président
- M. Pierre GLAUDES, directeur de la section  
des unités de recherche

*Au nom du comité d'experts,*

- M. Lounès TADRIST, président du  
comité

<sup>1</sup> Le président de l'AERES « signe [...], les rapports d'évaluation, [...] contresignés pour chaque section par le directeur concerné » (Article 9, alinea 3 du décret n°2006-1334 du 3 novembre 2006, modifié).



# Rapport d'évaluation

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.

Nom de l'unité :	Département « Energétique et Procédés »
Acronyme de l'unité :	DEP
Label demandé :	Renouvellement
N° actuel :	Unité interne Ecole des Mines
Nom du directeur (2013-2014) :	M. Didier MAYER
Nom du porteur de projet (2015-2019) :	M. Didier MAYER

## Membres du comité d'experts

Président : M. Lounès TADRIST, Université d'Aix-Marseille

Experts :

- M. Stephan ASTIER, INP-ENSEEIH
- M<sup>me</sup> Danielle GONBEAU, Université de Pau et des Pays de l'Adour
- M. Nouredine HADJ-SAID, Institut National Polytechnique de Grenoble
- M. Jean-Noël JAUBERT, Université de Lorraine
- M. Patrick ROUSSEAU, Université de Poitiers

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Christophe GOURDON

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

M. Damien GOETZ, Mines ParisTech



## 1 • Introduction

### Historique et localisation géographique de l'unité

Le Centre d'Energétique (CENERG) a été créé en 1976 sur deux sites géographiques Paris et Sophia Antipolis. Il était alors composé de 6 personnes. Les activités de recherche étaient centrées sur l'énergie solaire et le stockage d'énergie. Des développements ont alors eu lieu autour des thématiques de l'énergie solaire, l'utilisation rationnelle de l'énergie et les pompes à chaleur. En 1991 l'unité intègre le groupe Télédétection et Modélisation (T&M) et se dote de compétences en télédétection et systèmes d'information géographique. L'unité est alors composée de 94 personnes. En 2001, le CENERG est rejoint par le Centre des REacteurs et Processus (CEREP) avec des compétences en génie des procédés, il comptait alors 124 personnes.

Dans un contexte de réduction des émissions de gaz à effet de serre, les activités liées à l'étude des procédés prenant de plus en plus d'ampleur, l'Unité devient le Centre d'Energétique et Procédés (CEP) en 2004. Dans la période 2005-2009 l'unité est associée au CNRS dans le cadre d'une Formation de Recherche en Evolution (FRE).

En 2013, le CEP est restructuré en 4 centres de recherche autonomes et devient le Département d'Energétique et Procédés (DEP). Au 30 juin 2013, l'unité de recherche comptait 134 personnes dont 32 enseignants-chercheurs, 27 ingénieurs de recherche, 25 techniciens et administratifs et 50 doctorants. Elle est implantée sur 4 sites (Fontainebleau, Palaiseau, Paris, Sophia-Antipolis).

### Équipe de direction

L'équipe de direction est composée d'un directeur, d'un directeur adjoint à l'enseignement, du responsable de la spécialité doctorale (RSD) et d'un secrétariat. Le département s'appuie sur un comité de département comprenant la direction, les responsables d'équipes et deux représentants du corps enseignant. Ce comité fait l'interface avec la direction de l'école.

### Nomenclature AERES

-ST5 Sciences pour l'Ingénieur, - Sciences de l'ingénieur et instrumentation scientifique (SIIS)

### Effectifs de l'unité

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	11	10
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	21	20
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	33	30
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	1	
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	15	
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	3	
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>84</b>	<b>60</b>



Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	46	
Thèses soutenues	88	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité *	5	
Nombre d'HDR soutenues	4	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	18	18



## 2 • Appréciation sur l'unité

### Avis global sur l'unité

Le Département d'Energétique et Procédés (DEP) a pour objectif d'étudier les systèmes énergétiques complexes. Il a pour ambition de proposer des solutions visant à résoudre des problèmes sociétaux liés à l'épuisement des réserves naturelles de combustibles fossiles et à limiter les impacts environnementaux des systèmes de production d'énergie. Il développe des activités dans les domaines de la transformation de la matière et de l'énergie. Le département assure des missions de recherche, de formation et de développements technologiques. Pour ces trois missions les activités menées au sein des 4 équipes se concrétisent par des actions avec plusieurs acteurs de la société.

Les activités de recherche du DEP sont l'efficacité énergétique, la décarbonation et les énergies nouvelles et renouvelables. Elles constituent les trois axes stratégiques de développement du laboratoire. Les travaux de recherche portent sur le développement d'outils de simulation, de prototypes systèmes et de démonstrateurs. Les recherches sont développées au sein de 4 équipes réparties sur 4 sites (Paris, Palaiseau, Fontainebleau et Sophia Antipolis). La multiplicité des sites a conduit à une structuration spécifique à chaque équipe. La direction du département a un rôle de coordination des axes stratégiques de recherche et d'anticipation sur les développements des activités de recherche des équipes. Cette structuration nouvelle date de Janvier 2013.

L'unité est fortement impliquée dans la formation par la recherche avec près d'une quinzaine de thèses soutenues chaque année, elle est également impliquée dans plusieurs Masters au niveau du PRES ParisTech et en collaboration avec des universités.

Le DEP capitalise ses travaux au travers de plateformes logicielles issues des développements d'outils numériques et d'une plateforme expérimentale. Ces deux outils permettent de valoriser les travaux de l'unité à des fins de formation et de contrats de collaboration avec l'industrie.

Le DEP a une activité importante en direction du monde socio-économique. Elle se concrétise par de nombreux contrats avec des partenaires industriels ou dans le cadre d'appels d'offres nationaux et internationaux. Les fortes sollicitations s'expliquent par les compétences et les savoir-faire acquis par l'unité dans le domaine des systèmes énergétiques complexes. Le DEP est fortement impliqué dans de nombreux réseaux nationaux et internationaux. L'ensemble de ces éléments donne au DEP des atouts indéniables pour poursuivre son développement et renforcer sa position au niveau national.

L'énergie est un secteur dans lequel les mondes socio-économique et académique portent un grand intérêt pour relever les défis d'une demande sociétale de plus en plus importante à l'échelle internationale. Le DEP occupe une place de choix dans les axes stratégiques sur lesquels il réalise de nombreuses études. Les approches qu'il développe sont recherchées par les différents acteurs de la société qui font de ce département un acteur incontournable dans l'analyse et le développement de systèmes énergétiques.

### Points forts et possibilités liées au contexte

- le DEP a acquis une notoriété nationale dans le domaine des systèmes énergétiques ;
- les activités de recherche sont en bonne adéquation avec les priorités nationales affichées dans le domaine de l'énergie dans les secteurs de l'industrie, le bâtiment et le transport ;
- plusieurs disciplines sont représentées (chimie, mathématiques, physique, mécanique) ;
- l'approche intégrée prenant en compte les phénomènes, les composants et les systèmes est un point fort du DEP ;
- le laboratoire dispose de plateformes de simulation et d'expérimentation ;
- la participation à des réseaux académiques et institutionnels est forte ;
- l'interaction avec l'environnement social et économique est très forte ;
- la forte implication dans l'ingénierie de la formation a conduit à de très belles réussites ;
- le placement des doctorants à l'issue de la thèse est très bon.



### Points faibles et risques liés au contexte

- l'implantation sur 4 sites n'est pas une situation favorable aux échanges entre les équipes ;
- l'activité contractuelle très intense laisse peu de place aux activités de recherche amont ;
- le nombre de sujets abordés est très important et peut entraîner une dispersion importante des activités de l'unité ;
- le non renouvellement des personnels techniques pourrait à terme affaiblir le volet expérimental ;
- la taille de l'équipe CTP est sous-critique suite à deux départs consécutifs récents ;
- les questions scientifiques ne sont pas clairement formulées selon les thématiques ;
- le projet est essentiellement centré sur la consolidation des activités en cours.

### Recommandations

Le comité d'experts recommande de :

- trouver un bon équilibre entre les activités de recherche et de valorisation ;
- consolider l'activité de publication et de rayonnement au niveau international ;
- renforcer les collaborations entre les équipes du DEP ;
- renforcer l'animation au niveau de l'unité et donner aux doctorants de plus grandes capacités d'échanges ;
- renforcer l'attractivité des chercheurs et le rayonnement à l'international ;
- mieux formuler les verrous scientifiques sur lesquels travaillent les chercheurs de l'unité ;
- mener une réflexion stratégique pour le développement des plateformes expérimentales et numériques compte tenu des moyens de soutien à la recherche globalement en baisse.





### 3 • Appréciations détaillées

#### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Les recherches menées au DEP s'inscrivent dans un contexte à forts enjeux sociétaux et industriels. Elles visent à accroître l'efficacité énergétique, à réduire les émissions de CO2 et à développer des énergies renouvelables. Elles sont menées selon trois axes stratégiques : efficacité énergétique, décarbonation et énergies nouvelles et renouvelables.

Ces domaines sont extrêmement porteurs et les sujets sont souvent étudiés avec des questions scientifiques fortement imbriquées avec les questions applicatives. Dans plusieurs domaines le DEP a su développer des recherches originales qui lui donnent une place de choix dans l'environnement académique aux niveaux national et international. Cette caractéristique ne doit cependant pas occulter les disparités existantes selon les thèmes et les sujets abordés.

Dans ses trois axes, le DEP développe des activités à fort potentiel d'application avec une démarche de sciences pour l'ingénieur et où de nombreuses compétences de différentes disciplines existent.

L'approche intégrée associant plusieurs échelles pour l'étude des phénomènes, des composants et des systèmes est un des points forts du département. Les compétences pluridisciplinaires permettent d'aborder les sujets par des approches complémentaires. Une interaction plus forte entre les différents centres donnerait une valeur ajoutée plus importante aux sujets et thématiques développées par chaque équipe. C'est par exemple le cas des travaux qui sont menés sur les analyses de cycle de vie par les équipes CES et OIE, les piles à combustibles par les équipes PERSEE et CES.

La production scientifique est importante. Dans la période de référence la production a été de 38 ouvrages scientifiques ou chapitres d'ouvrages, 382 articles à comité de lecture, 339 conférences internationales à comité de lecture et 13 conférences invitées. C'est un palmarès important avec plusieurs articles publiés dans des journaux à bon facteur d'impact. Il faut cependant noter l'existence de fortes disparités au sein du département selon les centres et les thématiques abordées.

La production scientifique a nettement progressé par rapport à la période de référence précédente. Cet effort devra être maintenu pour permettre au département d'acquérir une reconnaissance et un rayonnement international. Cela pourrait sans doute se manifester par une attractivité plus forte et une participation à des conférences invitées plus prestigieuses.

#### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Le Département d'Energétique et Procédés évolue dans un environnement institutionnel comprenant les MINES ParisTech, Armines et l'institut Carnot MINES. Depuis 2012 MINES ParisTech est rattaché à l'institut MINES Télécom regroupant 6 écoles des Mines et 4 écoles Télécommunication. L'énergie est un des 5 grands thèmes de recherche de l'institut. Au niveau partenarial, MINES ParisTech est dans l'Idex Paris Sciences Lettres (PSL). Le département s'inscrit dans la politique de l'école et constitue un partenaire de choix dans le domaine des nouvelles technologies de l'énergie.

Le DEP est très impliqué dans de nombreux contrats institutionnels aux niveaux national et international sur les trois axes stratégiques. Au niveau international, il s'agit de projets européens (FP6 et FP7) et au niveau national, les projets sont obtenus dans le cadre d'appels d'offres d'agences nationales (ANR, ADEME). Pour certains projets, le DEP est coordonnateur et les partenaires très nombreux sont issus des centres de recherche, des universités et des entreprises. Des collaborations avec des universités étrangères sont également développées au travers de contrats et/ou de co-directions de thèses.

Les membres de l'unité ont tissé de nombreux liens avec des partenaires académiques et industriels. De ce fait l'unité affiche une implication forte dans de nombreux réseaux au niveau national et international.

Au niveau national, le DEP a initié le Groupement De Recherche en « Thermodynamique Moléculaire ». Cette initiative a permis de mettre en réseau les groupes de recherche en Thermodynamique en France, dans le but d'éviter un isolement de chercheurs dans ce domaine. Il a également été à l'initiative du réseau Eco-conception de systèmes durables.



Au plan international, le DEP participe au réseau des centres de recherche européens des énergies renouvelables EUREC (European Renewable Energy Research Centers). Il a été membre fondateur de ce réseau qui comprend maintenant près de 50 membres. Le Département est également membre actif du groupe sur l'observation de la terre GEO (Group on Earth Observations) regroupant un grand nombre de pays et organisations intergouvernementales.

L'ouverture à l'international permet de nouer des collaborations avec de nombreux partenaires. Dans ce contexte l'unité accueille régulièrement des chercheurs venant de laboratoires de pays étrangers et également de la France pour des durées de quelques semaines à plusieurs mois. Les membres du DEP séjournent dans des universités étrangères pour des durées allant de 1 à 4 semaines.

Au cours de la période de référence écoulée des distinctions et des prix ont été octroyés aux membres de l'unité. Il s'agit du prix de l'association AICVF, de l'IEEE (senior member elevation), et des prix de posters obtenus à l'occasion de congrès internationaux. Un membre de l'unité a également obtenu une distinction de chevalier des palmes académiques.

La production scientifique du DEP est importante. Les membres du DEP ont produit de nombreux ouvrages ou chapitres d'ouvrages en Français et en Anglais destinés à un public vaste et varié (étudiant, ingénieur et chercheur). C'est une activité de qualité que le département a su développer depuis de nombreuses années.

Pour les articles, ils sont publiés dans des journaux spécialisés correspondant aux bonnes thématiques qu'elles soient dans les domaines de l'énergie, les procédés, les systèmes énergétiques, la thermodynamique, etc. Le nombre de journaux pourrait être restreint à des journaux à fort facteur d'impact. Enfin la participation à des congrès a été améliorée par rapport à la précédente évaluation.

Les membres du DEP participent à l'organisation de manifestations nationales et internationales en qualité de membres de comités scientifiques. Le DEP a organisé 5 colloques internationaux dans la période de référence (2008-2013).

Les membres de l'unité sont impliqués dans de nombreux comités de programme de l'ANR. Plusieurs membres participent à des comités d'évaluation de programmes (ANR HABISOL, Systèmes photovoltaïques, Villes et bâtiments durables, SEED), d'autres dans des comités de pilotage (PROGELEC) ou dans des comités sectoriels de l'ANR (Energies durables).

Le DEP a su développer un rayonnement et une attractivité associant des activités académiques et technologiques. Cette forte imbrication fait la marque de fabrique du département. Il faut noter cependant que sur l'aspect académique un renforcement est encore nécessaire pour atteindre un rayonnement et une attractivité académique plus conséquents aux niveaux national et international.

### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

Le département développe de nombreuses activités en relation avec l'environnement socio-économique et culturel. Il a développé cette pratique depuis sa création, ce qui lui a permis d'acquérir une expérience originale dans ce domaine.

Le DEP développe des produits et des méthodes qu'il transfère au monde socio-économique. Tout d'abord sous forme de dépôts de brevets. L'unité a déposé 23 brevets dont 11 à l'international dans le domaine de l'énergétique, des procédés et des matériaux. Plusieurs brevets complètent des familles de brevets déjà développés sur les nano-matériaux, d'autres concernent des développements de nouveaux composants (turbines diphasiques pour cycles ORC) ou encore de nouveaux procédés pour le captage de CO<sub>2</sub>.

Certains brevets sont exploités par des sociétés sous forme de licences ou dans le cadre de contrats de valorisation. Une jeune entreprise EReE a été créée en 2010. Elle mène des activités dans les nouvelles technologies de l'énergie. En particulier, elle valorise les technologies brevetées par Armines en détenant l'exclusivité de certaines licences.

L'autre aspect concerne le développement des plateformes logicielles. Cette spécificité a été intégrée de longue date par le département et occupe une place de choix. Actuellement le DEP possède un portefeuille de 9 plateformes logicielles. Cette démarche permet de capitaliser les savoir-faire, de réaliser des développements en collaboration avec d'autres partenaires et enfin de céder des licences à des utilisateurs du monde académique ou socio-économique. Certains de ces logiciels sont valorisés commercialement avec succès, d'autres permettent le développement de collaborations avec des partenaires de renommée internationale (DLR par exemple).



Le DEP a également un volet contractuel très important en relation directe avec les entreprises. Il a su développer des partenariats avec de nombreuses entreprises et industries aux niveaux national et international. Le nombre de contrats diffère selon les équipes. Les doctorants sont fortement impliqués dans les projets de collaboration avec les entreprises. Cela participe à la formation du doctorant et lui permet ainsi d'acquérir une forte sensibilité à l'environnement de l'entreprise et aux problématiques technologiques.

En conclusion, le DEP développe des collaborations nombreuses et multiformes avec le tissu socio-économique et plusieurs d'entre elles sont pérennes. C'est une expérience que le DEP a su développer depuis sa création. Il a réussi à étendre ses collaborations au niveau international.

### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'unité

Les activités de recherche sont développées au sein de quatre équipes réparties sur des sites géographiques différents. Les équipes émergent à une, deux ou trois de ces thématiques stratégiques. Les sujets abordés au sein de ces équipes sont complémentaires. Les équipes CES et PERSEE sont orientées vers l'étude des systèmes énergétiques. Pour CES, il s'agit de systèmes industriels et du bâtiment et l'équipe PERSEE s'est spécialisée dans le domaine des énergies nouvelles et renouvelables. L'équipe CTP s'intéresse à la thermodynamique et en particulier aux diagrammes de phases de fluides utilisés dans les machines des systèmes énergétiques et OIE s'intéresse à l'évaluation des ressources d'énergies renouvelables.

La complémentarité des travaux réalisés dans les différentes équipes existe selon les thèmes et les sujets abordés. Par exemple les diagrammes de phases et la définition de modèles thermodynamiques développés par le CTP sont utilisés pour le procédé de captage de CO<sub>2</sub> ANSU développé par l'équipe CES. Des actions complémentaires sont développées par les équipes (CES, PERSEE et CTP) autour des thématiques comme la filière de l'hydrogène. Des collaborations entre les équipes OIE et PERSEE existent au travers d'actions conjointes dans un réseau d'excellence européen COST « Weather Intelligence for Renewable Energies » sur la prédiction des ressources renouvelables.

La direction du Département est constituée du directeur, du directeur-adjoint à l'enseignement, du responsable de la spécialité doctorale « énergétique et procédés » (RSD) et d'un secrétariat. Le Département s'appuie sur le comité de département rassemblant la direction, les responsables d'équipes ainsi que deux représentants du corps enseignant. Il se réunit de manière trimestrielle et fait l'interface avec la direction de l'École sur les missions confiées à l'Unité. La direction se consacre énormément à la stratégie de formation. Elle a un rôle de coordination et de mise en cohérence des activités de recherche centrées sur les nouvelles technologies de l'énergie. La mise en place de la structuration actuelle est récente et n'est pas encore pleinement opérationnelle sur les aspects de politique scientifique et de mutualisation des moyens. La politique scientifique se décide essentiellement au niveau des centres de recherche. La direction du DEP est consultée par la direction de la recherche de l'école pour les recrutements des enseignants-chercheurs et chercheurs. Il n'y a pas à proprement parler de structure d'animation scientifique à l'échelle du département. Celle-ci est organisée au niveau des équipes à travers notamment des séminaires de doctorants auxquels sont invités les responsables scientifiques des autres équipes de l'unité.

Si l'organisation du département permet un bon fonctionnement, la structuration actuelle est si récente qu'elle ne permet pas au comité d'émettre un avis pertinent sur le critère vie du département.

Un site web de l'unité présente les différentes activités de l'unité. Il rassemble les informations sur les quatre équipes. On y trouve des annonces sur les recrutements de doctorants, post-doctorants. Il y a également des annonces sur les actions de formation, des actualités scientifiques. Le site est également enrichi par les rubriques web TV, valorisation et recrutement. La communication interne s'appuie sur le secrétariat du DEP qui assure le lien avec le secrétariat des différentes équipes et en assure la diffusion.

Les différents centres sont très bien dotés en moyens matériels. Les surfaces sont conséquentes et ont été aménagées en plateformes et laboratoires expérimentaux sur les différents sites de MINES ParisTech. Les locaux sont équipés des infrastructures et des matériels scientifiques nécessaires à la bonne tenue et à la sécurisation des travaux de recherche qui y sont conduits.

Le personnel est sensibilisé aux aspects de la sécurité du laboratoire qui semble être en conformité réglementaire (document unique, visites médicales, consignes de sécurité dans les locaux, ...).



## Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Le Département Energétique et Procédés est fortement impliqué dans la formation par la recherche. Les doctorants engagés pour la préparation d'une thèse bénéficient d'un financement et sont intégrés dans un des quatre centres de recherche. Un service du doctorat réalise un suivi personnalisé des doctorants (respect de la charte du doctorant, activité de publications, plan de formation, évaluation des travaux au cours de la préparation de la thèse, enquête de satisfaction et d'insertion professionnelle auprès des jeunes diplômés).

L'École Doctorale ED 432 « Sciences des métiers de l'ingénieur, Arts et Métiers » est fortement impliquée dans la gestion des doctorants et les relations avec le département sont suffisamment bien développées pour mener à bien les missions de suivi des doctorants et de préparation pour l'après thèse. Elle propose un large catalogue de formations et met en place un module de formation professionnalisante. Elle organise des journées des doctorants de 2<sup>de</sup> année. Ces journées sont consacrées à la présentation des travaux des doctorants et à l'organisation de conférences et témoignages pour aborder l'après-thèse.

Le département s'appuie sur la commission enseignement qui a un rôle de coordination, de partage des pratiques pédagogiques. Il propose également des évolutions dans l'offre de l'enseignement et anticipe les besoins en compétences pour le maintien de l'offre.

Le DEP est impliqué dans huit formations au niveau Master relevant pour l'essentiel du PRES ParisTech (6), de l'UPMC (1), de Paris XI (1) avec un objectif de transférer des résultats issus de la recherche vers des formations. Deux des masters sont ouverts à l'international. Il s'agit du Master CARE (Energies propres et renouvelables) co-organisé avec des universités chinoises et européennes. Le master SE (Stratégie énergétique) a signé un accord de double diplôme avec 3 institutions partenaires en Russie, Tunisie et Autriche. Pour les masters MVE (Mobilité et Véhicule Electrique), REST (Sciences et Technologies des Energies Renouvelables), TRADD (Transport et Développement Durable), GTESD (Gestion et Traitement des Eaux, des Sols et des Déchets), les chercheurs ont des responsabilités à des degrés divers (responsabilité de modules, comité d'orientation et comité de pilotage).

La production de supports et vecteurs de diffusion est une activité importante du DEP. Plusieurs ouvrages ont été publiés dans la période. D'autres vecteurs de diffusion sont également mis en œuvre pour la formation. Le portail Thermoptim-UNIT destiné à la formation initiale ou continue aux systèmes énergétiques connaît un véritable succès.

Le DEP a développé un savoir-faire indéniable dans l'ingénierie de la pédagogie. Il a su faire de cette activité un point fort qu'il valorise remarquablement bien. Cet outil est bien exploité pour développer ses partenariats, son rayonnement et son attractivité à l'international.

## Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Au plan thématique le département continuera à se positionner sur les 3 axes stratégiques définis en 2009 : efficacité énergétique, décarbonation, et énergies nouvelles et renouvelables. Les activités dans les axes 1 et 3 seront poursuivies et renforcées pour les prochaines années. Quant à l'axe décarbonation, qui consistait à étudier et développer les activités de captage, il est proposé de le réorienter vers la valorisation du CO<sub>2</sub> en intégrant les activités sur les combustibles de synthèse et sur l'hydrogène.

Un nouveau thème transverse « stockage de l'énergie » sera mis en chantier. Des projets existent déjà au sein des équipes CES et PERSEE. Le DEP propose de lancer une réflexion pour envisager une structuration de cette action, en termes d'intérêt scientifique et de moyens humains et matériels à mettre en œuvre.

De nombreux projets sont proposés dans chaque équipe. Il s'agit pour l'essentiel de consolidation des activités en cours avec des développements dans un contexte de meilleure structuration. Il y a peu d'actions transverses dans le cadre du projet. La synergie des projets entre les équipes n'est pas bien mise en évidence.

La prise en compte d'objectifs et de points de vue de partenaires socio-économiques est bien considérée par le DEP. Les études réalisées sont principalement à objectifs technologiques.

Dans le dossier, l'articulation entre recherche fondamentale et finalisée n'est pas clairement spécifiée. Il est parfois fait mention d'activités de recherche amont mais sur des aspects particuliers. Les problématiques scientifiques ne sont pas clairement exprimées ou suffisamment mises en avant. Ce travail devrait être mené par le département dans un objectif de cohérence et d'équilibre entre les différentes missions du DEP et de renforcement dans l'environnement académique.



L'atout du département est d'avoir réussi à tisser, au fil des années, des partenariats multiples et très variés. Les partenaires les plus nombreux sont issus du tissu socio-économique. Ceci est en parfaite cohérence avec les objectifs thématiques du département qui a également su tisser des partenariats académiques. Le DEP a développé des collaborations avec des laboratoires de l'école des MINES et de l'ENSTA dans le cadre de projets communs de ressourcement financés par le Carnot MINES. Il est proposé de poursuivre le renforcement de ces collaborations. Ce volet mérite d'être pris en considération, compte tenu de l'ampleur des tâches à accomplir dans le domaine des systèmes énergétiques et de la concurrence internationale qui ne pourra que s'amplifier dans les années futures.

Le DEP a vu ses effectifs diminuer depuis 2011. Ils étaient 160 dans la période 2008-2011, 150 en 2012 et 134 en 2013, soit une diminution de près de 15%. Si le nombre d'enseignants-chercheurs est resté stable, tous les autres personnels (techniciens, ingénieurs et doctorants) ont diminué. Certaines diminutions ont été provoquées par les choix de l'établissement tandis que la diminution de doctorants vient de la difficulté de recrutement.

L'analyse des points forts, faibles et des risques de l'unité est bien menée. En particulier il est mentionné les risques liés à la surcharge des activités contractuelles pouvant limiter les capacités à l'innovation et le développement de recherches académiques. L'autre point concerne le personnel technique qui a diminué suite au non renouvellement des départs à la retraite. Cette situation risque d'affaiblir l'activité expérimentale. Dans l'ensemble le projet tel qu'il est proposé est tout à fait réaliste.



## 4 • Analyse équipe par équipe

**Équipe 1 :** Efficacité énergétique des Systèmes (CES)

Nom du responsable : M. Maroun NEMER

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	6	5
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	5	4
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	12	10
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	7	
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	2	
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>32</b>	<b>19</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	28	
Thèses soutenues	55	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité <sup>1</sup>	3	
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	5	4



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe CES composée d'un effectif de 60 personnes (dont 28 doctorants) est répartie en 4 groupes : Maîtrise de la Demande d'Énergie (MDE), Ecoconception et Thermique des Bâtiments (ETB), Thermodynamique des Systèmes (TDS) et Systèmes Thermiques (SysTherm).

Elle s'intéresse à l'étude des systèmes dans un objectif d'efficacité énergétique et environnementale. L'équipe met en œuvre trois approches complémentaires. Une approche systémique pour l'analyse des systèmes énergétiques, une approche locale pour l'étude des phénomènes et le développement de nouveaux concepts.

L'équipe développe de nombreux outils expérimentaux et de modélisation de systèmes. Ils permettent de simuler des systèmes complexes en régimes stationnaire et dynamique. Les objectifs scientifiques sont orientés vers le développement de méthodes de simulation et l'analyse de systèmes complexes avec pour objectif de mettre en œuvre des systèmes énergétiques plus efficaces. L'approche développée par l'équipe CES s'inscrit dans une démarche d'analyse de systèmes rencontrés dans l'industrie et le bâtiment. Des expérimentations et des modélisations sont développées et les travaux réalisés par ces approches, jusqu'à la preuve de concept, sont pertinents.

Concernant les travaux relatifs à l'Analyse de Cycle de Vie (ACV), ils consistent en une approche globale de la qualité environnementale des espaces bâtis. Les principales contributions résident dans une proposition de modalités de simplification de l'outil ACV et de ses applications à la thermique du bâtiment. Ce travail est novateur par la proposition de nouvelles modalités scientifiques de simplification de l'ACV, qui restent à être appliquées à l'ensemble de l'ACV du bâtiment et à être complétées par l'évaluation des incertitudes sur les résultats.

Dans la période 2008 à juin 2013, l'équipe CES a publié près de 100 articles dans des revues internationales avec comité de lecture, 31 articles dans des revues sans comité de lecture, 4 conférences invitées, 141 communications à des conférences internationales avec comité de lecture et actes, 17 communications à des conférences nationales avec comités de lecture et actes, 10 chapitres d'ouvrages et 12 brevets et plis d'huissiers.

Au plan quantitatif la production scientifique est significative au regard du nombre d'enseignants chercheurs de l'équipe. Les articles sont publiés dans de nombreuses revues internationales et nationales. Pour un grand nombre ils sont orientés vers des domaines d'applications (Energy, Energy and buildings, Energy Efficiency, Int. J. Refrigeration) et d'autres sont à vocation plus phénoménologique (J heat transfer, Numerical heat transfer, Chemical Engineering Science, Journal of porous media, ...). Plusieurs revues sont de très bonne qualité avec un très bon facteur d'impact. L'activité de dépôt de brevets est également remarquable.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe CES a acquis une renommée dans le domaine de l'efficacité énergétique. Un de ses membres a été élu membre de l'Académie des Technologies en novembre 2010. Par ailleurs, Mines ParisTech (CES), l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne et EDF R&D ont créé le centre européen de recherche sur l'efficacité énergétique pour les bâtiments et l'industrie (ECLER).

Les chercheurs de CES participent aux activités de sociétés savantes comme la Société Française de Thermique ou la Société Française de Génie des Procédés et internationales comme l'Institut International du Froid ou l'American Society of Mechanical Engineers. Plusieurs membres de l'équipe participent activement à des comités scientifiques de programmes nationaux et internationaux. Ils réalisent également de nombreuses expertises pour l'ANR, l'ADEME, et des organismes de recherche à l'étranger.

Il faut cependant noter que l'attractivité des chercheurs internationaux et le nombre de conférences invitées restent à un niveau modeste, ce qui n'est pas cohérent au regard du rayonnement scientifique national.

Dans l'ensemble le volet « rayonnement et attractivité » a fortement progressé depuis la précédente évaluation. Les remarques formulées alors ont été prises en considération et ont donné lieu à une évolution importante de l'activité de publication.



## Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

L'équipe CES a une très forte activité en relation avec l'environnement socio-économique. L'équipe a développé plusieurs collaborations qui se traduisent par de nombreux contrats industriels. Dans la période de référence l'équipe a passé plus de 50 contrats de recherche pour un montant global de 8,7 M€ (soit un montant moyen par contrat de 170 k€), soit sous forme de contrats industriels sur financements privés, soit sous forme de contrats institutionnels (dont 3 internationaux) sur financement public. Elle a valorisé un brevet et transféré 5 licences.

Le CES est un acteur très impliqué dans le domaine de l'efficacité énergétique au niveau national. Cela s'est traduit par trois chaires industrielles, dont deux sont encore actives. Il s'agit de la chaire « Eco-conception des ensembles bâtis et des infrastructures » et de la chaire « Captage, Transport et Stockage du CO<sub>2</sub> » (CTSC). Ces deux chaires associent plusieurs partenaires industriels et académiques.

Au plan de la valorisation, l'équipe met à la disposition des utilisateurs des logiciels sous forme de licences actives (COMFIE, EQUER, MODRAY). Elle a également d'autres actions comme la cession de licence sur le captage du CO<sub>2</sub> à une entreprise, ou comme la création de la start-up EReIE qui exploite 8 brevets développés par l'équipe. Au plan de la formation, elle œuvre à des actions de formation continue de techniciens sur la plateforme expérimentale. Tous ces éléments attestent de la forte implication de CES dans les activités menées avec l'environnement social, économique et culturel.

Pour résumer, l'interaction avec l'environnement socio-économique est un des points forts de l'équipe. Elle a su développer de très nombreuses collaborations pérennes avec le tissu industriel. L'expertise acquise par l'équipe lui permet d'avoir une activité contractuelle soutenue auprès des partenaires industriels et de répondre à de nombreux appels à projets lancés par les agences nationales (ADEME, ANR thématiques). Le positionnement de l'équipe est remarquable pour ce volet. Elle réussit à développer de nombreux partenariats dans le domaine de l'efficacité énergétique où il y a une forte attente de plusieurs acteurs de la société (décideurs politiques, collectivités, industriels, ...).

L'activité contractuelle est bénéfique pour le tout le département. Le risque est que cela engendre un surcroît de travail important compte tenu du potentiel d'enseignants-chercheurs de l'équipe. Cela peut être un frein aux travaux de recherche amont notamment pour les avancées conceptuelles. Par ailleurs, il faut veiller à la non-dispersion thématique (projet/contrat) pour une meilleure optimisation des ressources en favorisant les contrats à long terme et d'envergure. L'équipe a tous les atouts pour se structurer dans ce sens.

## Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

Le CES est réparti en 4 entités (ETB, MDE, TDS, SysTherm). L'animation des activités scientifiques et contractuelles de chaque entité est assurée par un coordinateur. Un service, coordonné par le responsable de la plateforme technologique, gère la réalisation et la gestion de l'activité expérimentale. Un service informatique scientifique, dirigé par un responsable, intervient pour garantir la qualité de développement des logiciels. Le service administratif et financier, sous la responsabilité de l'un des membres de CES, travaille en étroite collaboration avec le responsable de l'équipe.

Une réunion des responsables scientifiques est organisée 4 fois par an pour traiter des sujets scientifiques, organisationnels et budgétaires. L'équipe organise des formations internes tous les 2 mois et participe collectivement aux journées des Doctorants.

Le conseil de laboratoire, mis en place récemment, devrait permettre de faciliter le dialogue et les échanges entre les différentes catégories de personnels de l'équipe.

## Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'environnement dans lequel évolue l'équipe permet une bonne attractivité des doctorants et post-doctorants au sein de l'unité. Un suivi des doctorants est mis en œuvre par la direction du laboratoire tout au long de la préparation de la thèse. Après l'obtention du diplôme une enquête d'insertion professionnelle est adressée au jeune docteur. Ce suivi rythmé par les différents rendez-vous et résultats à produire permet d'assurer au doctorant une bonne préparation de la thèse.





L'équipe CES comptait 28 doctorants au 30/06/2013. Dans la période de référence 55 thèses ont été soutenues. Les sources de financement sont très variées (CIFRE, ADEME, CFR ARMINES, MINES ParisTech). L'encadrement des thèses est assuré par un directeur de thèse qui relève majoritairement de l'équipe. Exceptionnellement l'encadrement de certains doctorants est assuré par un chercheur d'une autre équipe. Le nombre de doctorants encadrés par chercheur est compris entre 3 et 5. C'est un bon taux d'encadrement, qu'il faut veiller à ne pas dépasser. L'équipe compte actuellement 5 HDR ou assimilés, représentant 45% du potentiel enseignant-chercheur de l'équipe. Pour le prochain contrat l'activité d'encadrement sera sensiblement améliorée étant donné les soutenances prévues de 4 diplômes d'HDR.

L'équipe CES est fortement impliquée dans les activités de formation et d'enseignement à plusieurs niveaux. Le CES représente Mines ParisTech pour les masters « Transport et Développement Durable et Mobilités » et « Véhicules électriques ». Le CES organise la formation continue ISUPFERE destinée à des techniciens ainsi qu'au diplôme d'ingénieur en alternance. Enfin le mastère « Ingénierie et gestion du gaz » est coordonné par un enseignant-chercheur de CES. L'équipe a également produit une dizaine d'ouvrages ou chapitres d'ouvrages publiés par les presses MINES ParisTech.

Cet ensemble d'éléments révèle la forte implication de l'équipe dans les activités de formation par la recherche à plusieurs niveaux et à des degrés divers.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

La stratégie de recherche à 5 ans proposée est essentiellement centrée sur la poursuite et le renforcement des activités de recherche en cours sur l'efficacité énergétique dans l'industrie, le bâtiment et dans le domaine de la maîtrise de la demande d'énergie. Il s'agira de faire évoluer les modèles actuels en développant des méthodes de programmation dynamique pour ce qui concerne l'analyse énergétique des procédés et de valider les modèles dans le domaine du bâtiment. Ceci dans le but de mieux prendre en compte le fonctionnement des systèmes et d'améliorer la précision des modèles.

Dans le cas de l'industrie, il s'agira d'étendre les analyses avec des méthodes de programmation dynamique toujours dans le but de réduction des consommations énergétiques. Les activités relatives aux développements technologiques de captage de CO<sub>2</sub> seront orientées vers la purification et la valorisation du CO<sub>2</sub> et du CH<sub>4</sub>.

Concernant le domaine du bâtiment, le projet portera sur la validation des modèles et l'évaluation des incertitudes. Le projet d'étudier les aspects comportementaux des usagers des bâtiments est pluridisciplinaire et novateur. Il pourrait permettre de faire des propositions de réduction de consommation énergétique et d'impacts environnementaux. L'équipe inscrit ses futurs développements dans le cadre de la dynamique des réseaux intelligents.

Par ailleurs l'équipe envisage de restructurer la plateforme technologique en 6 thèmes touchant à plusieurs aspects comme les déchets thermiques, les machines tournantes diphasiques, la séparation du CO<sub>2</sub>, ..., ceci en vue de favoriser l'interaction entre les domaines (pouvoir travailler aux frontières).

La stratégie de développement à 5 ans comporte de nombreux volets. Ils concernent les aspects méthodologiques (méthodes de programmation), le développement d'outils de simulation dans le but de proposer des améliorations des performances des systèmes énergétiques et des procédés. C'est un projet ambitieux. Il nécessite une meilleure structuration dans le temps notamment en faisant ressortir les priorités, la cohérence d'ensemble et l'articulation avec les ressources de l'équipe.

### Conclusion

L'équipe CES œuvre dans les différents volets : recherche, enseignement et valorisation. Ses problématiques scientifiques et techniques, basées sur la simulation des systèmes énergétiques, la sobriété énergétique et la valorisation des déchets thermiques sont originales par les aspects systémiques et par les capacités de modélisation et de validation expérimentale des modèles. L'équipe a également des activités dans les deux axes stratégiques en synergie avec les autres équipes du DEP.

La production scientifique est très satisfaisante. Le volume contractuel est important et l'intégration des membres de l'équipe dans les réseaux nationaux est représentative de la reconnaissance de l'activité de cette équipe au niveau national. C'est une équipe qui affiche un bilan très satisfaisant pour ses très nombreuses activités.



▪ **Points forts et possibilités liées au contexte :**

- recrutement important de jeunes enseignants-chercheurs au cours de la période écoulée ;
- fort ancrage avec le tissu socio-économique en particulier avec le tissu industriel ;
- très bon niveau de brevets ;
- participation à de nombreux réseaux nationaux et internationaux ;
- très bonne visibilité au niveau national dans le domaine de l'efficacité énergétique ;
- développement d'outils de modélisation de systèmes énergétiques uniques au niveau national ;
- l'approche systémique des systèmes énergétiques ainsi que l'innovation par la réalisation de "preuves de concept" constituent les points clés du positionnement de CES ;
- les travaux expérimentaux sont réalisés sur une plateforme technologique conséquente.

▪ **Points faibles et risques liés au contexte :**

- risque de dispersion face à l'ampleur de la tâche qui va sans doute s'amplifier dans les années futures ;
- faible niveau d'HDR au regard du nombre de doctorants ;
- rayonnement international difficile à percevoir : faible niveau de conférences invitées (on pourrait s'attendre à beaucoup plus au vu de l'activité et du rayonnement scientifique de l'équipe), faible attractivité des chercheurs internationaux (surtout pour les chercheurs de référence), ceci n'est pas en cohérence avec le rayonnement scientifique notamment national.

▪ **Recommandations :**

- clarifier les choix stratégiques de l'équipe en relation avec les autres équipes du département et d'autres laboratoires académiques ;
- favoriser une meilleure utilisation des compétences ;
- consolider certaines activités de recherche qui reposent sur un petit nombre d'enseignants-chercheurs : rapprochement avec d'autres (extérieurs) pour atteindre des tailles critiques (ENSTA, Ecole, Matériaux, CEA, ..) ;
- stabiliser les filières solides de recrutement de doctorants ;
- optimiser l'intégration et la participation aux structures stratégiques recherche, enseignement et internationale ;
- mener une réflexion quant à la forte activité expérimentation ;
- consolider l'animation scientifique et encourager les échanges comme cela a été initié récemment ;
- clarifier la stratégie internationale (attractivité, visibilité, présence, impact).



**Équipe 2 :** Centre Thermodynamique des Procédés

**Nom du responsable :** M. Christophe COQUELET

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	2	2
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	1	1
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	8	8
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	3	
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>14</b>	<b>11</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	5	
Thèses soutenues	11	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité <sup>1</sup>	1	
Nombre d'HDR soutenues	2	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	2	2



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Le Centre Thermodynamique des Procédés (CTP), basé à Fontainebleau, est une petite équipe dynamique composée de 2 enseignants-chercheurs, d'un chargé de recherche, de 5 scientifiques, de 5 ingénieurs ou techniciens et de 2 personnels administratifs. Ses activités de recherche s'inscrivent dans le cadre général de la détermination des diagrammes de phases de systèmes complexes. De tels diagrammes sont essentiels pour le dimensionnement et l'optimisation énergétique des procédés. L'équipe développe non seulement des dispositifs expérimentaux originaux et sophistiqués destinés à mesurer les équilibres entre phases fluides de systèmes complexes dans une large gamme de température et de pression mais développe également des équations d'état permettant de corréliser les données expérimentales acquises. Il ne fait aucun doute que l'équipe possède un niveau tout à fait remarquable de compétence dans la maîtrise et dans la conception de ces appareillages.

La force de ce centre, à l'origine de sa reconnaissance nationale et internationale, réside dans la diversité des équipements expérimentaux qu'il possède (ébulliomètres, cellules PVT, cellules pour la mesure des équilibres liquide-liquide, densimètres, calorimètres) et dans son savoir-faire acquis au cours des 30 dernières années. Un autre atout important est la possession d'un laboratoire haute sécurité permettant de travailler avec des fluides toxiques. Cette situation est unique en France. La recherche menée est de qualité et les résultats obtenus ont de nombreuses applications concrètes en génie des procédés.

La production scientifique du CTP est intense (5 ouvrages scientifiques ou chapitres de livres et environ 200 publications dans des revues internationales pour la période de référence). Cette forte production est cependant largement liée aux présences de quelques membres, dont l'un est aujourd'hui à la retraite et dont l'autre a quitté l'équipe. Les journaux choisis (Journal of Chemical and Engineering Data, Journal of Chemical Thermodynamics, Industrial and Engineering Chemistry Research, Fluid Phase equilibria ...) correspondent bien aux thématiques développées.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

La qualité des recherches menées a permis au CTP d'accueillir 22 stagiaires et plusieurs professeurs invités. 11 thèses de doctorat et 2 HDR ont été soutenues ces 4 dernières années. Cette équipe coordonne l'option procédés et énergie du cycle ingénieur civil de Mines ParisTech. L'équipe participe également à l'enseignement IST ISUPFERE. Elle est un membre actif de plusieurs réseaux nationaux (groupe de travail thermodynamique et procédés de la Société Française de Génie des procédés, GdR thermodynamique moléculaire) et internationaux et est à l'origine de l'organisation de trois colloques. De multiples liens ont été tissés avec les meilleurs laboratoires européens, africains et américains de thermodynamique.

### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

Le CTP est une équipe reconnue nationalement et internationalement pour la qualité de ses mesures expérimentales dans le domaine des équilibres entre phases fluides. Cette notoriété lui a permis d'établir de nombreux contrats de recherche avec les plus grands groupes industriels français (Total, Arkema, Solvay Rhodia, Air Liquide, EDF, Veolia environnement, IFPEN ...). La GPA (Gas Processor Association), qui regroupe à l'échelle mondiale les principaux groupes pétroliers (BP, Chevron, Exxon Mobil, Caterpillar, Statoil, Shell ...), confie au CTP l'acquisition de données expérimentales dans des conditions extrêmes de température et de pression.

Cette forte activité contractuelle, qui permet au CTP de réaliser un chiffre d'affaires supérieur à 800 k€ en 2011, est sans nul doute un des points forts de l'équipe.

Afin de valoriser les résultats de ses recherches et d'assurer un transfert de technologie vers le tissu industriel, le CTP a signé divers contrats-cadre avec des sociétés telles que Top Industrie, Processium ou Air Liquide. En particulier Top Industrie et Processium produisent et commercialisent des cellules de mesure et l'échantillonneur ROLSITM développés au CTP.



### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

Une bonne ambiance semble régner au sein de l'équipe CTP avec notamment une réunion trimestrielle autour d'un petit déjeuner et l'organisation semestrielle d'un repas au restaurant. La sécurité du laboratoire, l'aménagement des locaux, le suivi des doctorants, les aspects financiers ainsi que les interactions avec les autres équipes du département sont discutés mensuellement lors de la réunion du comité de direction qui regroupe le directeur du CTP, le responsable de l'atelier, le responsable du laboratoire, les chefs de projet, le gestionnaire et un représentant des doctorants. De plus, chaque vendredi une réunion scientifique est organisée pour faire le point sur les projets en cours. Ce mode de gouvernance est parfaitement adapté à une équipe d'une quinzaine de personnes.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Le CTP ne compte que deux enseignants-chercheurs mais intervient dans plusieurs masters, coordonne une option du cycle ingénieur civil de Mines ParisTech et dispense des séminaires lors d'écoles d'été. Quatre thèses en cotutelles ont été soutenues suite à des accords de partenariat avec les universités d'Herriot Watt (Grande Bretagne) et Kwazulu Natal (Afrique du Sud).

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Dans son projet, le CTP souhaite poursuivre et renforcer ses activités sur l'étude des diagrammes de phases en incluant la prise en compte des phases solides. C'est un choix tout à fait pertinent car de multiples procédés incluent des zones à basse température où la précipitation des solides est inévitable.

Un deuxième virage tout à fait souhaitable est le développement de compétences en simulation moléculaire afin d'acquérir des données pseudo expérimentales.

### Conclusion

#### ▪ *Points forts et possibilités liées au contexte :*

- Le CTP est reconnu nationalement et internationalement pour la qualité de ses travaux de recherche. Ses 4 laboratoires dont un laboratoire haute sécurité et la qualité des mesures réalisées sont ses principaux atouts. Cette équipe est soutenue par de très nombreux groupes industriels français et étrangers. Sa force repose notamment dans la possession d'un atelier de mécanique capable de fabriquer les innovations technologiques, la plus marquante étant le développement de l'échantillonneur ROLSI™ ;

- les activités de recherche développées s'inscrivent bien dans les trois axes de recherche du département ;

- le projet de recherche avec notamment la prise en compte des phases solides, le développement de la simulation moléculaire et d'un parc de calorimètres est pertinent.

#### ▪ *Points faibles et risques liés au contexte :*

- Le CTP a une taille sous-critique. De nombreux personnels sont employés sur budget propre, ce qui oblige son responsable à avoir une activité contractuelle forte avec de très nombreux industriels ;

- les grandes innovations technologiques, telles que l'échantillonneur ROLSI, sont déjà anciennes ;

- les départs (notamment à la retraite) de quelques-uns des membres dont la forte activité en recherche a largement contribué au rayonnement du CTP peuvent nuire à terme au rayonnement de l'équipe.



▪ *Recommandations :*

- Accroître la taille de l'équipe. Il faudrait au minimum 4 enseignants-chercheurs permanents pour pérenniser les activités de recherche et pouvoir proposer de nouvelles innovations technologiques qui ont fait la réputation du CTP. Le ROLSI en est un parfait exemple ;
- développer une véritable politique d'innovation dans le domaine de la mesure des équilibres entre phases ;
- essayer de diminuer l'activité contractuelle très forte pour ne pas brider l'innovation et les activités de recherche amont ;
- cibler avec soin les collaborations académiques à pérenniser en commençant par définir l'objectif ;
- bien définir l'articulation entre recherche fondamentale et recherche finalisée ;
- développer des équations d'état capables de prendre en compte les phases solides ;
- utiliser la dynamique moléculaire non seulement pour acquérir des données pseudo-expérimentales mais aussi pour déterminer les paramètres des équations d'état ;
- pérenniser les liens avec certains partenaires industriels, tels que Top Industrie et/ou Processium par exemple, pour la réalisation et la commercialisation des équipements.



**Équipe 3 :** Observation, Impact, Energie

**Nom du responsable :** M. Thierry RANCHIN

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés		
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	5	5
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	2	1
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	4	
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>11</b>	<b>6</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	4	
Thèses soutenues	6	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	1	
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	3



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe OIE inscrit ses activités dans l'axe "Énergies nouvelles et renouvelables" selon deux volets principaux :

- l'évaluation des ressources en énergies renouvelables, aspects temporels et spatiaux (i.e. géographiques), particulièrement solaire et éolienne ;
- l'évaluation des impacts environnementaux de la production et des usages de l'énergie par l'outil ACV (Analyse du Cycle de Vie).

Concernant l'évaluation des ressources, le développement de méthodes originales exploitant les images satellitaires engagé de longue date par l'équipe s'est poursuivi prolongeant une contribution très significative au domaine de la prévision. Outre une amélioration des résolutions spatiales et sur les composantes spectrales pour la prévision, les travaux visent maintenant un couplage fort à l'aspect environnemental en liaison étroite avec les activités ACV, avec un travail au niveau des filières et même des scénarii énergétiques. Si l'application de l'ACV paraît judicieuse, le développement méthodologique de l'ACV pourrait être encore plus important.

La production scientifique de l'équipe est satisfaisante et de qualité (25 articles à comité de lecture, 6 chapitres d'ouvrage, 43 communications avec actes durant la période, 2 conférences invitées). Il faut aussi souligner la contribution particulière et très significative en production et maintien d'outils et de services web pour l'évaluation/prévision des ressources (2 logiciels d'estimation, 2 bases de données, cartes, 8 services web). La production globale apparaît donc bonne pour la taille de cette équipe. La production doctorale, avec 1 HDR et 6 doctorats soutenus sur la période et 4 thèses en cours, est plus limitée.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

En matière d'évaluation des ressources l'équipe peut faire valoir un rayonnement de premier ordre. Elle s'est impliquée dans de nombreux projets nationaux (9) et internationaux (16) et participe activement à plusieurs réseaux (nationaux et internationaux), établissant un lien concret entre les mondes de l'énergie et de la météorologie. Les méthodes et bases de données Heliosat/Helioclim sont réputées et comptent un très grand nombre d'utilisateurs. On doit également souligner la participation aux atlas IRENA. Les activités de l'équipe bénéficient donc d'une claire reconnaissance internationale.

En matière d'évaluation des impacts environnementaux, l'activité est plus récente, d'où un rayonnement essentiellement national (5 contrats).

### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

Pour l'évaluation des ressources, outre les contrats industriels, cette équipe a noué des liens pérennes avec plusieurs instances de premier plan dans le domaine des énergies (ADEME, AIE, IRENA), ce qui lui permet une dissémination significative dans l'environnement socio-économique des résultats de ses travaux fortement en prise sur des enjeux sociétaux majeurs (transition énergétique). Elle contribue ainsi, directement ou indirectement, à la définition d'indicateurs environnementaux (audition par CESE, CGDD, référentiel des impacts des systèmes PV par ACV) et met quantité de données à disposition des décideurs au travers de différents outils et bases de données, par exemple avec HelioClim ou à travers IRENA ou GEO/GEOSS.

Vu le faible nombre de chercheurs sur l'évaluation des impacts environnementaux, l'interaction avec l'environnement socio-économique est encore en développement.

### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

La présentation orale de cette équipe devant le comité d'experts a été bien appréciée et a montré la forte cohésion de l'équipe. Toutefois, on note que, au niveau de l'unité, les compétences en ACV de l'énergie ne sont pas regroupées. Elles sont réparties entre l'équipe OIE (3) et l'équipe CES (1).





### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Compte tenu du positionnement attractif de l'équipe souligné ci-dessus, elle devrait pouvoir attirer plus de doctorants et post-doctorants (l'équipe ne compte que 4 doctorants et 1 post-doc au 30/06/2013, ce qui paraît assez peu). Seule une HDR (en ACV) a été soutenue sur la période.

L'équipe s'implique très bien dans les formations de type Master ou Mastère Spécialisé et implique directement des élèves en projet dans ses travaux de recherche. On retient également le démarrage d'un cours doctoral d'excellence dans le domaine de l'ACV.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

L'équipe OIE, forte d'activités reconnues de qualité dans le domaine qu'elle privilégie, entend les poursuivre ainsi que sa stratégie de diffusion aussi bien académique et industrielle que fortement sociétale, notamment par le web, tout en étendant encore son spectre à d'autres sources renouvelables. En outre, l'estimation du rayonnement solaire dans le cadre de la convention MACC-II du programme GMES avec la Commission Européenne est présentée comme structurante.

Hormis cette continuité affirmée, les projets, notamment ceux d'un développement méthodologique et d'élargissement du champ d'études à la géothermie (déjà engagé d'après une publication) et aux énergies marines ne sont cependant guère plus explicites. Les parts relatives des axes de recherche par rapport aux applications ne sont pas faciles à distinguer. La cohérence des activités au regard des ressources de l'équipe et la coordination avec les autres équipes du laboratoire devraient être un peu plus clarifiées.

### Conclusion

#### ▪ *Points forts et possibilités liées au contexte :*

- Très bonne visibilité et reconnaissance nationale et internationale ;
- très bon rayonnement sociétal pour des travaux en prise sur des enjeux sociétaux forts ;
- fortes compétences en ACV et bonnes connaissances dans le domaine du cycle de vie de l'énergie et en particulier de certaines énergies renouvelables. Les possibilités de développement sont très fortes compte tenu du contexte de transition énergétique ;
- bonne production scientifique ;
- forte implication dans de nombreux réseaux internationaux ;
- très bon niveau de valorisation y compris à l'international ;
- bonne implication dans la formation type Master en adéquation avec les enjeux énergétiques du moment.

#### ▪ *Points faibles et risques liés au contexte :*

- Risque de dispersion lié aux nombreuses sollicitations et opportunités offertes par le positionnement de l'équipe sur des thèmes à fort enjeu sociétal. Par exemple, une activité beaucoup plus axée sur l'application de l'ACV que sur son développement méthodologique risque d'affaiblir la recherche académique ;
- manque d'outils pour la prise en considération de la responsabilité et des conséquences sociétales induites par les résultats des travaux (pourtant en prise sur des enjeux sociétaux forts) ;
- nombre de doctorants relativement faible par rapport au potentiel d'encadrement.



▪ *Recommandations :*

- Bien dégager les priorités scientifiques (axes de recherche) au-delà des nombreuses opportunités sur des thèmes porteurs ;
- veiller à l'équilibre entre activité contractuelle et collaborative et recherche académique ;
- optimiser les ressources (en particulier en matière d'ACV) en lien avec les priorités afin de progresser ;
- faire fructifier les synergies entre équipes du laboratoire et les clarifier; par exemple, les compétences en ACV permettraient à l'équipe 4 (PERSEE) d'évaluer l'intérêt environnemental de leurs propositions en termes de nouveaux matériaux ou procédés, démarche considérée comme incontournable aujourd'hui ;
- capitaliser sur les fortes implications internationales.



**Équipe 4 :** Procédés, Energies renouvelables et Systèmes énergétiques

Nom du responsable : M. Arnaud RIGACCI

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	3	3
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	10	10
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	11	11
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)	1	
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	1	
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	1	
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>27</b>	<b>24</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	8	
Thèses soutenues	15	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité <sup>1</sup>		
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	8	9



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'activité de recherche de cette équipe de 35 personnes est organisée selon 3 axes :

- les matériaux et composants pour l'énergie : les recherches menées consistent en la synthèse et la caractérisation des matériaux quant à leur mise en œuvre dans des systèmes innovants. Cette activité est principalement centrée sur les nanomatériaux qui sont élaborés au centre: aérogels, nanotubes de carbone, fullerènes, ... ;

- les procédés et technologies durables : les recherches menées sont axées sur la conversion d'énergie par voie thermochimique et par voie électrochimique. La conversion thermochimique porte sur le craquage, la pyrolyse, le reformage, la gazéification et la combustion assistée d'hydrocarbures fossiles et de combustibles dits renouvelables. La conversion électrochimique concerne l'étude des piles à combustibles à basse température (PEMFC) pour des applications embarquées ou stationnaires dans des systèmes de petite taille ;

- les Énergies Renouvelables (EnR) et systèmes électriques intelligents : il s'agit de réaliser une approche prédictive très performante des phénomènes météorologiques afin de mieux prévoir le fonctionnement des systèmes éoliens et solaires. Cette prédiction permet de pallier les incertitudes liées à l'intermittence des modes de production renouvelables et de faciliter ainsi leur intégration dans le système électrique global. Des travaux portent également sur les systèmes multi-énergies isolés du réseau.

Les principaux résultats de la période, obtenus à partir des travaux menés dans le cadre d'approches expérimentales et de modélisations, concernent : i) les matériaux aérogels pour l'isolation (superisolants thermiques cellulosiques) et la conversion électrochimique (aérogels de carbone/expertise spécifique) ; ii) la conversion thermochimique assistée par voie physique (plasma gazeux à haute pression/ expérimental et modélisation) ; iii) les modèles prédictifs de production renouvelable (approches probabilistes, approches en situations « extrêmes »/ réalisation originale dans le domaine des EnR).

La production scientifique de l'équipe PERSEE est satisfaisante et de qualité (62 articles à comité de lecture, 7 ouvrages, 10 chapitres d'ouvrage, 74 communications avec actes durant la période). Elle est en cohérence avec la taille de l'équipe. Les résultats donnent lieu à des conférences invitées, à des ouvrages et à des chapitres de livres. Le nombre de thèses, en moyenne 4 par an, paraît faible par rapport au nombre d'enseignants-chercheurs et de scientifiques de l'équipe. En revanche on trouve sur la période une dizaine de brevets dont 4 avec des extensions internationales.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe PERSEE est très dynamique comme en témoigne son implication durant la période dans de nombreux projets, dont 13 projets ANR (4 en tant que coordinateur) et 12 projets européens (2 en tant que coordinateur). S'ajoutent à cela de très nombreuses collaborations nationales et internationales européennes mais également mondiales avec la Chine, l'Afrique du Sud et la valorisation de la plateforme logicielle ANEMOS avec l'Australie et le Canada.

Les membres de l'équipe sont impliqués dans l'organisation de conférences internationales, d'écoles thématiques, assurent des fonctions d'expertise au plan national et international et occupent des postes de responsabilité dans différentes instances (Pôle de compétitivité CAPENERGIES, Plateforme européenne TPWind).

### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

Sur la base de ses compétences et travaux, l'équipe PERSEE développe une activité contractuelle très conséquente qui se concrétise par un nombre important de contrats industriels (28 dont 6 internationaux), de dépôt de brevets (10 dont 4 internationaux) et par différentes actions de transfert de technologie.

D'autres points clés témoignent d'importantes interactions avec le milieu industriel telles que : i) l'implication forte des membres de l'équipe dans les instances stratégiques du pôle de compétitivité CAPENERGIES et de la plateforme européenne TPWind, ii) le recrutement dès la première embauche de la moitié des doctorants en R&D industrielle (ou « assimilée ») durant la période.



### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

L'équipe est organisée en 2 groupes de recherche (MATPRO et ERSEI), 3 cellules spécifiques : CCE (coordination des enseignements), CI (traitement des aspects informatiques), CCom (traitement des aspects communication) et 1 pool administratif.

Des réunions hebdomadaires, mensuelles ou trimestrielles, sont organisées à différents niveaux, ces dernières réunissant l'ensemble des personnels et prenant la forme d'un Conseil de laboratoire élargi. Il faut également noter un séminaire annuel de présentation orale des doctorants, point important dans la vie de l'équipe. Cependant, les deux groupes de recherche apparaissent encore trop distincts et des synergies sont à encourager.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Compte tenu du positionnement attractif de l'équipe, elle devrait pouvoir attirer plus de doctorants et post-docs notamment au regard du nombre de chercheurs présents dans l'équipe (au 30/06/2013, l'équipe compte 8 doctorants). De même seule une HDR a été soutenue sur la période, un chiffre qui devrait augmenter pour la prochaine période.

Un séminaire de présentations orales des doctorants est organisé annuellement. Ce séminaire est ouvert à l'ensemble des membres de PERSEE. De même, des scientifiques extérieurs et/ou institutionnels sont invités à ce séminaire.

L'équipe s'implique également très activement dans les formations de type Master, dont certains sont de type international (responsabilité du master CARE co-organisé avec des universités européennes et chinoises) ou mastères spécialisés à vocation internationale (responsabilité des Mastères européen EnR et franco-chinois ALEF). Les membres de l'équipe s'impliquent dans les responsabilités de l'ED SMI et participent activement à l'IST ISUPFERE à travers divers types d'interventions (formation spécialisée, formation continue et d'apprentissage) tout en développant un environnement pédagogique communautaire sur la mécanique énergétique (portail Thermoptim-UNIT) aussi bien pour la formation initiale que continue.

Les doctorants bénéficient tous d'un financement et leur suivi individualisé est réalisé au niveau du service doctoral. De même une évaluation des travaux scientifiques est effectuée devant un Jury en fin de 1ère année et de 2ème année.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Forte d'une culture de projet bien établie, l'équipe PERSEE est particulièrement dynamique sur les réponses aux appels d'offre et se propose de poursuivre et d'étendre, dans un cadre international, ses activités-phare autour de la superisolation thermique, des systèmes PEM-FC, de la gestion prédictive de la production renouvelable et de son intégration dans les 'smart-grids' avec une extension aux systèmes multi-énergies et autres types de réseaux. D'autres ouvertures sont envisagées dans les trois thématiques structurantes.

Cependant, une meilleure structuration dans le temps, notamment en faisant ressortir les priorités, serait souhaitable et la cohérence d'ensemble et l'articulation avec les ressources de l'équipe devraient être mieux clarifiées.

### Conclusion

- *Points forts et possibilités liées au contexte :*
  - Large couverture thématique allant des matériaux aux systèmes électriques en passant par les procédés ;
  - très bonne production scientifique ;
  - visibilité et reconnaissance nationale et internationale ;
  - forte implication dans des projets européens d'envergure ;
  - excellent niveau de valorisation y compris à l'international ;
  - bonne implication dans la formation type Master en adéquation avec les enjeux énergétiques du moment.



▪ *Points faibles et risques liés au contexte :*

- Impression d'existence de deux groupes fonctionnant comme deux équipes distinctes même si les interactions commencent à émerger ;

- risque de dispersion lié aux sollicitations et opportunités offertes par le large spectre thématique assumé (risque en revers du point fort n°1 ci-dessus). Le nombre de conférences invitées paraît faible au regard du potentiel de l'équipe et de son rayonnement international ;

- nombre de doctorants relativement faible par rapport au potentiel d'encadrement ;

- nombre de HDR durant la période 2008-2013 insuffisant (1 seule).

▪ *Recommandations :*

- Gouvernance de l'équipe à améliorer ;

- faire fructifier les synergies entre les deux groupes composant l'équipe ;

- un travail d'optimisation des ressources en lien avec les priorités devrait aider à progresser (au-delà des opportunités) ;

- capitaliser encore davantage sur l'implication européenne.



## 5 • Déroulement de la visite

### Dates de la visite :

Début : Mardi 19 novembre 2013 - 09h00

Fin : Mercredi 20 novembre 2013 - 16h30

### Lieux de la visite

Institution : MINES Paristech Centre Efficacité Energétique des Systèmes.

Adresse : Z.I. Les Glaizes - 5 rue Léon Blum, 91120 PALAISEAU

### Deuxième site éventuel

Institution : MINES Paristech

Adresse : 60 boulevard Saint-Michel, 75272 PARIS Cedex 06

### Locaux spécifiques visités :

Les locaux visités sont la plateforme expérimentale du CES. Elle est d'une surface de 1000 m<sup>2</sup> et est dotée de plusieurs dispositifs expérimentaux et de moyens d'essais. Etant donné le temps alloué (1 heure), la visite a porté sur une présentation de quelques dispositifs comme l'unité de rafraîchissement par dessiccation, le dispositif de captage de CO<sub>2</sub> par sublimation, l'étude des fuites frigorifiques dans les machines, ...

Le comité d'experts a bien apprécié la qualité des locaux et des moyens expérimentaux dont la plateforme est dotée.

### Déroulement ou programme de visite

La première journée de visite a démarré le 19 novembre à 9h00 et s'est terminée à 19h30. Cette première journée a commencé par une réunion à huit clos, ce qui a permis au comité d'experts de définir la méthode de travail pour les deux journées sur la base d'un pré-rapport établi par le comité d'experts. Cette première journée a été consacrée à la présentation des activités du DEP. Elle s'est déroulée en trois temps.

Le premier temps a porté sur une présentation du bilan des activités du DEP. Un premier exposé a été fait par le directeur du département. S'en sont suivis les quatre autres par les responsables et/ou membres des quatre centres (CES, CTP, OIE et PERSEE).

Le second temps de cette journée a été marqué par la présentation du projet. Cette présentation a été effectuée par le porteur et les responsables des quatre centres.

Le troisième temps a porté sur la visite de la plateforme expérimentale de CES et sur la présentation des activités scientifiques des différents centres sous forme de posters.

D'importants échanges ont eu lieu entre les experts et les membres du DEP au cours des exposés, du déjeuner et des visites.



La seconde journée a démarré à 8h30 et s'est terminée à 16h30. Elle a été consacrée à la série de rencontres avec les différentes catégories de personnels : ingénieurs et techniciens, doctorants et post-doctorants, chercheurs et enseignants-chercheurs, direction de l'école doctorale et le responsable de la spécialité doctorale "énergétique et procédés", la tutelle Mines Paritech, et enfin l'équipe de direction composée du directeur de département et des 4 responsables de centres.

La seconde journée s'est terminée par une réunion à huis clos du comité d'experts.

### Points particuliers à mentionner

Le comité d'experts tient à souligner les excellentes conditions dans lesquelles il a été amené à effectuer son travail d'expertise. Les nombreux documents, présentations et échanges ont été l'occasion de mieux connaître les activités du département, les conditions et l'environnement de travail des personnels.





## 6 • Observations générales des tutelles

Evaluation de l'unité de recherche : S2PUR150007835 –  
Département Energétique et Procédés – 0753493P

Dans l'ensemble, le rapport d'évaluation du comité de visite reflète bien l'idée que nous nous faisons de notre unité de recherche *Département Energétique et Procédés* (DEP). Le rapport souligne de nombreux points positifs tels que la qualité scientifique des travaux menés, l'intérêt de l'approche pluridisciplinaire et pluri-échelles des recherches, le fait que les axes stratégiques du DEP correspondent à des domaines très porteurs aujourd'hui, mais aussi la nette progression de la production scientifique par rapport à la période d'évaluation précédente et le fait que le DEP est devenu un acteur incontournable en France dans ses domaines de recherche et a acquis une position forte à l'international sur plusieurs domaines. Par ailleurs, le rapport reprend dans ses recommandations de nombreux éléments que les équipes ont affichés dans leurs projets et sur lesquels elles se sont déjà investies. Nous remercions le comité de visite pour ce rapport d'évaluation fouillé et mené avec sérieux.

Nous souhaitons néanmoins revenir sur quatre points particuliers : l'articulation entre les activités académiques et partenariales, la stratégie et le projet à 5 ans, la reconnaissance à l'international, et les recommandations portant sur des questions de personnel. Nous apporterons enfin trois remarques sur des points plus spécifiques abordés dans le rapport d'évaluation.

***Articulation entre les activités académiques et partenariales***

A plusieurs reprises, le rapport met en opposition une recherche académique de qualité d'une part et une recherche contractuelle d'autre part. Nous ne partageons pas cette vision et ne pouvons que constater que nous n'avons pas réussi à expliquer correctement le modèle de recherche de MINES ParisTech. Depuis plus de 40 ans, l'Ecole des Mines, en partenariat avec Armines, développe une recherche dite « orientée », visant à faire progresser les grandes questions scientifiques des principaux enjeux sociétaux dans le cadre de projets menés avec des partenaires du monde de l'entreprise. Ce choix de co-financement de la recherche par des acteurs du monde socio-économique permet à l'Ecole de doubler son investissement en recherche par rapport aux moyens que lui donne sa dotation.

La qualité académique de cette recherche est reconnue par les distinctions obtenues par les enseignants-chercheurs de l'Ecole, et par l'activité de publication de nos équipes. Il n'y a pas, de notre point de vue, d'opposition entre recherche contractuelle et recherche scientifique de qualité, mais bien synergie et fécondation croisée : les verrous technologiques soulevés par les partenaires sont analysés au niveau du laboratoire et sont traduits en termes de questionnements scientifiques ; réciproquement, les avancées scientifiques obtenues par les équipes alimentent les questionnements de nos partenaires et génèrent les activités de recherche contractuelles à venir. Recherche académique et interaction avec l'environnement socio-économique sont imbriquées à un point tel qu'il est difficile de les distinguer, et une affirmation telle que « *l'activité contractuelle très intense laisse peu de place aux activités de recherche amont* » ne représente pas à notre sens la réalité de fonctionnement du DEP et de ses équipes.

### ***Stratégie et projet à 5 ans***

Comme le comité de visite l'a souligné, le projet est orienté vers la consolidation des activités du DEP autour de ses trois axes pour éviter une dispersion des activités de l'unité. Le DEP poursuit ainsi un effort consenti depuis 5 ans, suite aux recommandations de la précédente évaluation. Les actions transverses citées dans le bilan seront poursuivies, et complétées par le thème « stockage de l'énergie » qui est à même de fédérer de nombreuses compétences de l'unité.

Nous prenons acte du fait que les questions scientifiques clés sur lesquelles les équipes vont travailler doivent être mieux explicitées. Nous notons également l'incitation à renforcer les collaborations entre les équipes de cette unité, après sa réorganisation récente.

### ***Reconnaissance à l'échelle internationale***

A plusieurs reprises dans le rapport, l'activité, le rayonnement et l'attractivité du DEP à l'échelle internationale sont mis en avant, tant au niveau recherche (participation à des réseaux internationaux, partenariats privilégiés avec des établissements d'enseignement supérieur et de recherche, forte présence dans les projets européens, ...) qu'à celui de l'ingénierie de la pédagogie (mastères spécialisés à l'étranger). Ces éléments dénotent une bonne à très bonne visibilité internationale.

Dans la partie du rapport consacrée à l'appréciation de l'unité dans son ensemble, nous remarquons qu'il n'est pas fait référence à l'international dans les points forts et que l'une des recommandations porte sur la consolidation du rayonnement à l'international. Les efforts seront bien évidemment poursuivis comme le suggère le comité de visite, même si nous trouvons l'appréciation générale plutôt sévère sur ce point, en comparaison avec les appréciations équipe par équipe.

### ***Recommandations relatives à des questions de personnel***

Nous partageons les recommandations portant sur les questions de personnel (nécessité d'accompagner le CTP dans son développement ; importance du maintien d'équipes techniques de bon niveau, en particulier du fait d'une activité qui vise à lever des verrous technologiques). Nous serons attentifs à ces points, dans la limite bien sûr des possibilités qui seront offertes à l'Ecole dans un contexte budgétaire très contraint.

### *Notes et remarques spécifiques*

Par ailleurs, nous souhaitons réagir sur trois éléments plus spécifiques :

- P. 11, §1, l.3, le rapport précise : « Le DEP a développé des collaborations avec des laboratoires de l'école des MINES et de l'ENSTA dans le cadre de projets communs de ressourcement financés par le Carnot M.I.N.E.S ». Cette formulation laisse à penser que les partenariats établis le sont uniquement au sein du Carnot M.I.N.E.S, ce qui bien évidemment n'est pas le cas. Il y a de nombreux partenariats hors Carnot M.I.N.E.S, et l'apport particulier de l'institut Carnot réside dans la possibilité de financer des projets de ressourcement scientifique en collaboration avec les laboratoires des écoles citées ;
- P. 20, §1, l.10 à 15, le rapport présente trois recommandations pour l'équipe CTP : « développer des équations d'état capables de prendre en compte les phases solides ; utiliser la dynamique moléculaire non seulement pour acquérir des données pseudo-expérimentales mais aussi pour déterminer les paramètres des équations d'état ; pérenniser les liens avec certains partenaires industriels, tels que Top Industrie et/ou Processium par exemple, pour la réalisation et la commercialisation des équipements». La rédaction pourrait laisser penser que l'équipe n'aurait pas cette vision, alors que ces trois éléments font partie du projet affiché par l'équipe CTP ;
- P. 22, §5, le rapport indique pour l'équipe O.I.E : « En matière d'évaluation des impacts environnementaux, l'activité est plus récente, d'où un rayonnement essentiellement national (5 contrats)». Nous souhaitons rappeler que cette activité est d'ores et déjà déployée à l'international, au travers de 3 projets d'importance : EnerGEO (FP7, 2010-2013), PVPS (AIE), IMEA-SKEP (Eranet, 2008-2009).

Nous remercions les membres du comité de visite ainsi que le coordinateur de l'AERES pour le temps qu'ils ont consacré à l'évaluation de notre unité, l'excellent esprit dans lequel s'est déroulée la visite, et la qualité du rapport d'évaluation. L'Ecole suivra avec attention l'évolution du DEP sur les points soulevés par l'évaluation.



Romain SOUBEYRAN  
Directeur