



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

Section des Unités de recherche

Évaluation de l'AERES sur l'unité :

Département de Physico-Chimie

DPC

sous tutelle des

établissements et organismes :

Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies  
Alternatives



Décembre 2013



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. Olivier DONARD, 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 de Physico-Chimie

Acronyme de l'unité : DPC

Label demandé :

N° actuel :

Nom du directeur  
(2013-2014) : M. Stéphane SARRADE

Nom du porteur de projet  
(2015-2019) : M. Stéphane SARRADE

## Membres du comité d'experts

Président : M. Olivier DONARD, CNRS - Université de Pau et des Pays de l'Adour

Experts : M. Pierre DE CANNIERE, Agence Fédérale de Contrôle Nucléaire Belgique

M. Jean-Marie GRAS, EDF

M. Bernard NORMAND, INSA Lyon

M<sup>me</sup> Nadine PEBERE, CNRS CIRIMAT/ENSIACET

M. Didier VERMEEREN, EDF

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Alain VAN DORSSELAER

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

M. Jean Philippe BOUYER, DANS : Direction déléguée aux Applications Nucléaires de Saclay

M. Henri SAFA, DEN : Direction de l'Énergie Nucléaire



## 1 • Introduction

### Historique et localisation géographique de l'unité

Le Département de Physico-Chimie (DPC) a été créé en 2001 au sein de la Direction de l'Énergie Nucléaire du CEA (DEN). Il dépend de la Direction déléguée aux Activités Nucléaires de Saclay (DANS). Il est localisé sur plusieurs bâtiments sur le plateau de Saclay.

Les missions du DPC ont pour objectifs de répondre aux besoins exprimés par les partenaires industriels (EDF, Andra, Areva, ...) ainsi qu'aux besoins propres du CEA (nucléaire du futur ou hors nucléaire) en collaboration avec les autres directions du CEA. Le DPC combine les compétences des sciences de l'ingénieur et de la recherche fondamentale en physique et chimie avec une approche pluridisciplinaire et multi-échelle allant du calcul *ab-initio* au modèle opérationnel validé par l'expérience.

Les compétences développées par le DPC s'exercent notamment dans deux domaines : la physico-chimie des radionucléides (spéciation, migration) et l'étude du comportement à long terme des matériaux dans leur environnement. Ces développements se basent sur l'analyse, l'observation, l'interprétation et la modélisation des processus physico-chimiques complexes aux interfaces. Ces domaines de recherche concernent l'ensemble de l'industrie nucléaire allant de l'extraction et l'enrichissement de l'uranium jusqu'aux questions posées par le stockage des déchets nucléaires, en passant par celles liées au comportement des matériaux dans les réacteurs et le cycle du combustible, et aux implications dans les réacteurs de différentes générations.

Pour répondre à ces importants défis scientifiques, techniques et sociétaux, le DPC est organisé en 3 services appelés également équipes dans le document :

**1 - Service de Corrosion et du Comportement des Matériaux dans leur Environnement (SCCME)** : les champs disciplinaires couverts vont de la thermodynamique, thermochimie, électrochimie, réactivité des surfaces, propriétés de transport et aux interfaces, au couplage entre ces domaines permettant de comprendre, modéliser et prédire le comportement des matériaux à long et très long terme. Cette activité se base sur une instrumentation scientifique de haut niveau, couplée à l'utilisation de modèles numériques avancés.

**2 - Service d'Études Analytiques et de Réactivité des Surfaces (SEARS)** : ce service propose des solutions innovantes pour limiter les effluents liquides et pour contrôler le transport d'échantillons radioactifs et en assurer une surveillance rigoureuse. Les technologies laser innovantes qui y sont développées ont pour but de faire évoluer les propriétés de surface des échantillons traités afin d'améliorer leur résistance aux environnements extrêmes (la corrosion en particulier).

**3 - Service d'Étude du Comportement des Radionucléides (SECR)** : ses activités couvrent l'ensemble du cycle du combustible nucléaire ainsi que l'exploitation des centrales nucléaires. Elles couvrent le transfert des contaminants dans les sites miniers, le traitement et le stockage des déchets, les interactions entre matériaux et la chimie des circuits des réacteurs à eau sous pression. Le SECR porte aussi la thématique transverse de la radiolyse. La plupart des études combinent l'approche expérimentale et la modélisation.

Géographiquement, le DPC est localisé sur le plateau de Saclay. Ses activités sont réparties dans 7 installations dont 5 sont classées pour la protection de l'environnement.

Une particularité importante du DPC, par rapport aux laboratoires de recherche académiques, est qu'il fonctionne en « mode projet » essentiellement. En effet, la recherche à caractère académique et fondamental représente environ 20 % de ses activités, tandis que le mode de recherches finalisées en réponse aux commandes de partenaires industriels du CEA comme Areva, EDF ou Andra, représente entre 65 à 70 % de ses activités. Cette spécificité permet une grande complémentarité des ressources des équipes du DPC mais se traduit par un résultat de sa productivité différent de celui des laboratoires académiques.



## Équipe de direction

La direction du DPC est très structurée et fonctionne transversalement en mode projet. L'équipe de direction est placée sous la responsabilité du chef de département avec un adjoint. Trois chefs de projets de R & D sont rattachés à la direction du département et assurent la mise en œuvre des moyens financiers des projets, la validation des résultats (étape très importante) et l'interaction avec les partenaires industriels. Ils fonctionnent en lien étroit avec la direction des programmes. L'équipe de direction comporte un ingénieur qualité avec un rôle important qui va au-delà du management de la qualité, en assurant l'interface avec la DANS et la DEN. Enfin, il y a un correspondant Sûreté-Sécurité des Informations et un correspondant informatique. Le pilotage opérationnel du DPC se fait au travers de 3 instances qui sont : le Comité de Département, le Comité de Pilotage de la Qualité et le Reporting des Services. Cette organisation fortement structurée assure à la fois le bon fonctionnement des opérations par rapport aux projets, réalisées par les services ou équipes, garantit la sécurité, la qualité et la fiabilité des résultats et enfin assure un lien opérationnel avec la direction générale DANS et la DEN. La direction du DPC assure la gestion de l'animation scientifique interne.

## 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		
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	178	171
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	8	8
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	4	4
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>190</b>	<b>183</b>

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	37	49
Thèses soutenues	43	65
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	1	8
Nombre d'HDR soutenues	9	19
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	21	29



## 2 • Appréciation sur l'unité

Préambule : L'unité évaluée est le Département de Physico-Chimie (DPC). Il fait partie au CEA de la Direction de l'Énergie Nucléaire (DEN) et dépend directement de la Direction déléguée aux Activités Nucléaires de Saclay (DANS). La mission du DPC est de développer et de mettre en œuvre les connaissances pour répondre aux besoins de l'industrie nucléaire présente et future sur la spéciation et la migration des radionucléides et sur le comportement à long terme des matériaux dans leur environnement. Pour répondre à ses missions, le DPC est structuré en 3 équipes de recherche : le Service Corrosion et Comportement des Matériaux dans leur Environnement (SCCME), le Service d'Études Analytiques et Réactivité des Surfaces (SEARS) et le Service d'Étude du Comportement des Radionucléides (SECR).

L'évaluation d'un laboratoire du CEA, de par sa mission, doit nécessairement se baser sur des critères d'évaluation différents de ceux couramment pratiqués dans le cas de laboratoires académiques. En effet, les attentes de la Direction du CEA sur la production des équipes de recherche sont très différentes de celles des laboratoires académiques. De même, le mode de financement de ces laboratoires est fondamentalement différent de celui des laboratoires académiques. L'examen détaillé des modes de financement et de la production scientifique fait apparaître le poids majoritaire de la demande « des clients » (dans le cas du DPC : EDF, Areva, Andra, ...) qui conditionne directement les orientations de recherche et la nature des « rendus » sous forme première de rapports techniques. Le comité d'experts a pris conscience de cette situation, particulièrement avec certains « clients » en son sein, ce qui a l'avantage de mieux éclairer l'ensemble du comité d'experts sur sa démarche et d'apprécier le positionnement singulier de cette évaluation. A ce titre, des rapports techniques ont été examinés et leurs structures et contenus pris en compte dans l'appréciation globale de la production scientifique. Enfin, comme tous les grands organismes d'Etat, l'évolution de la politique de recherche nationale et des directions de ces organismes les amènent de plus en plus à se fondre dans le flux de la recherche publique. Ces laboratoires doivent faire face à une baisse des moyens humains et des sources de financement, tout en maintenant leur mission exigeante de service public du plus haut niveau. Cette nouvelle stratégie doit être bien prise en compte par les directions. L'ensemble du comité d'experts a été sensibilisé à ces évolutions et en a tenu compte dans ses réflexions dans son rapport d'évaluation.

### Avis global sur l'unité

Le comité d'experts a particulièrement apprécié l'effort de synthèse et d'ouverture réalisé avant et pendant l'évaluation, au travers de documents clairs et synthétiques. De même, le déroulement de l'évaluation a été très bien préparé et a permis aux experts de bien mesurer à la fois le contexte d'évolution et la productivité des scientifiques des différentes équipes.

Sur la base des remarques précédentes, le comité d'experts a pu apprécier la très grande qualité de la production scientifique, ainsi que le très haut niveau de productivité scientifique. De même, les rapports techniques qui ont été analysés par le comité d'experts sont d'une grande qualité. Dans la majorité des cas, ces rapports, nécessaires dans le mode particulier de contractualisation avec les différents organismes commanditaires, sont extrêmement rigoureux et parfois même supérieurs en densité à certaines publications scientifiques. La productivité scientifique est donc très importante, voire même exceptionnelle.

Il est important de souligner la grande complémentarité des différents thèmes scientifiques développés par les équipes par rapport aux missions de fond proposées.

Le comité d'experts a relevé notamment la qualité des installations et des équipements. Il a également remarqué une grande efficacité dans l'organisation des services et de bonnes interactions entre eux. Le contexte particulier du DPC au sein du CEA implique un fonctionnement par gestion de projet qui assure nécessairement une importante interdisciplinarité entre les équipes. Il faut également souligner l'effort d'intégration fait par le DPC en matière de formation par la recherche, soit par la participation d'étudiants à des projets de thèse, soit par ses interventions dans des formations universitaires. Dans le cadre de cette collaboration, les doctorants rencontrés expriment leur grande satisfaction. Le DPC a des liens étroits avec l'UMR 8587 LAMBE (Laboratoire Analyse et Modélisation pour la Biologie et l'Environnement) et les valorise très bien. Ces efforts doivent être poursuivis et renforcés. Il apparaît que les personnels évoluent dans une bonne ambiance. Par ailleurs, un important effort de vulgarisation et d'ouverture au grand public est mené.



### Points forts et possibilités liées au contexte

- très bonne définition des objectifs scientifiques dans son contexte actuel pour le nucléaire d'aujourd'hui et de demain ;
- très bonne adéquation mission / objectifs / moyens ;
- qualité et structuration de la direction ;
- très bonne productivité scientifique globale (*dans laquelle est intégrée la production de rapports techniques faisant l'objet de jalons contractuels, qui est une des missions du DPC*) ;
- spectres très complémentaires des domaines scientifiques développés par les services ;
- reconnaissance internationale des équipes ;
- efforts remarquables pour conjuguer les missions du CEA avec la productivité scientifique académique ;
- intégration remarquable de la participation à la recherche et à l'enseignement ;
- qualité des moyens et des infrastructures ;
- personnels chercheurs, ingénieurs et techniciens de très haut niveau, pour certains très spécialisés ;
- présence de chercheurs de niveau international ;
- moyens techniques et parc instrumental de premier plan ;
- ressources contractuelles exceptionnelles mais en rapport avec le mode opératoire et les missions ;
- importante participation dans le domaine de la formation par la recherche et bonne capacité d'insertion des doctorants ;
- adossement recherche/enseignement avec l'UMR LAMBE ;
- succès de la politique de valorisation (*nombre de brevets, création d'une start-up*).

### Points faibles et risques liés au contexte

- les projets manquent de visibilité ;
- des difficultés sont à prévoir avec la diminution récurrente des crédits, alors que le niveau d'expertise et d'exigence ne va pas diminuer dans le domaine du nucléaire et de la fin du cycle du combustible ;
- pour le futur, il faut réfléchir à de possibles évolutions des missions et des thématiques, en adéquation avec le repositionnement des objectifs du CEA ;
- importance de la dépendance des ressources sur contrat (mode de fonctionnement essentiel de la structure). Ces missions sont très bien remplies mais laissent peu de marge pour les innovations en recherche fondamentale alors que les équipes ont un réel potentiel dans ce domaine ;
- le poids des ressources contractuelles, s'il est essentiel dans le fonctionnement actuel et répond bien à la demande et aux missions, peut être un frein dans le futur dans le cadre d'évolutions thématiques marquées et en lien avec une insertion accrue dans le domaine de la recherche académique ;
- le nombre de personnels habilités à diriger des recherches (HDR) est faible bien qu'en progression. Cet aspect est cependant important pour faciliter l'ouverture vers le monde académique.

### Recommandations

Le référentiel d'évaluation de l'activité scientifique d'une unité telle que le DPC est différent de celui d'un laboratoire académique traditionnel. En intégrant ces remarques, il apparaît que le DPC a un taux de productivité en articles et en rapports très important, démontrant une activité scientifique dynamique. Le DPC présente une densité de compétences scientifiques très élevée autour de thèmes d'importance scientifique, technique et sociétale majeure. Il répond particulièrement bien aux missions qui lui ont été confiées. Toutefois, il évolue dans la mouvance des missions du CEA comme cela est le cas pour les autres organismes d'Etat. Ses thématiques scientifiques, ses ressources, ainsi que son mode de gestion lui permettent très certainement de pouvoir capitaliser sur ses compétences intrinsèques, en développant ses moyens, en participant à une ouverture académique et en renforçant l'offre dans les domaines de la recherche et de la formation actuellement en structuration sur le plateau de Saclay. Sur un plan plus général, l'ensemble de la communauté scientifique pourrait bénéficier d'ouvertures et d'échanges scientifiques sur les thèmes de cœur du DPC.



Sur le plan de la recherche, dans le domaine théorique, le département doit maintenir une activité de recherche de base pour lui garantir un bon niveau scientifique et une bonne réactivité en innovation. Il faut avoir conscience que les rapprochements avec les laboratoires académiques ne pourront pas à eux seuls compenser des manques en la matière.

Sur le plan expérimental, le DPC devra anticiper les mouvements et les départs du personnel scientifique et technique qui risquent à terme d'impacter sa capacité de développement expérimental et instrumental. Par ailleurs, il convient également d'identifier et de documenter de façon systématique au niveau du système de gestion du DPC les compétences-clés nécessitant d'anticiper les départs programmés des personnes au sein des équipes scientifiques et techniques afin d'assurer la continuité et le haut niveau de qualité des activités du DPC dans ses axes de recherche stratégiques.

Sur le plan de gestion des projets, Il est également important que la transversalité entre les différents services soit maintenue.

Le potentiel d'insertion du DPC au niveau des différentes structures académiques devra s'accompagner d'une évolution de la gouvernance. Il s'agira de faire progresser une gestion de la recherche, actuellement du type « top-down », vers une approche « bottom-up », tout en gardant à l'esprit les missions initiales du DPC au sein du CEA. Cette évolution aura l'avantage de permettre à l'ensemble des équipes de s'insérer dans une recherche partenariale ouverte. Elle permettra également aux chercheurs, ingénieurs et techniciens d'avoir une ouverture sur un espace de recherche fondamentale afin de pouvoir préparer d'éventuelles évolutions des missions. Cette action devrait s'accompagner d'un effort de sélection de publications vers des revues à caractère plus fondamental et d'un redéploiement du nombre de bourses de thèse et de contrats post-doctoraux.

Pour le DPC, il est important de développer au mieux les recherches de base, indispensables à son évolution, mais dans le contexte économique actuel, il va falloir faire mieux avec moins. Il a cependant été observé que devant la haute qualité du parc expérimental comme analytique, l'érosion constante des moyens en personnel menacerait le futur qui sera délicat à négocier. L'ensemble des actions de recherche nécessite une excellente maîtrise de la sécurité de l'environnement de travail et fait nécessairement appel à un personnel très qualifié qu'il faut pouvoir être en mesure de remplacer pour assurer la continuité opérationnelle.

Un des atouts majeurs du CEA est son savoir et il importe de ne pas le négliger afin de ne pas hypothéquer l'avenir. Cet acquis essentiel lui permet de s'insérer dans le domaine de la recherche académique et éventuellement d'y trouver des ressources futures. La collaboration entre le DPC et l'Université Paris-Saclay et notamment avec le LAMBE représente un défi et une opportunité à saisir. Cependant, dans le processus d'ouverture vers le monde académique et la mutualisation des ressources humaines, scientifiques et techniques du CEA et du CNRS, il importe de ne pas restreindre les collaborations au seul plateau de Saclay et de développer les relations avec les autres universités en France susceptibles de devenir également des partenaires du CEA dans leurs domaines d'excellence.

Grâce à la qualité des personnels et aux moyens financiers et techniques conséquents, la direction devrait pouvoir développer des initiatives intéressantes dans ces domaines. Le mode de fonctionnement du DPC, ouvert sur la recherche contractuelle, pourrait compenser la diminution constante des ressources et des moyens humains essentiels pour répondre aux défis scientifiques, techniques et sociétaux d'aujourd'hui et de demain.





### 3 • Appréciations détaillées

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

La production d'un laboratoire CEA doit nécessairement s'apprécier en intégrant des critères différents de ceux des laboratoires académiques. Le fonctionnement en mode projet, en réponse à des contrats, génère un très grand nombre de rapports techniques essentiels pour la gestion de l'avancement des travaux. C'est le mode de production majeure des avancées scientifiques du département. A ce titre, le comité d'experts a examiné quelques rapports pour juger de leur contenu scientifique tant sur le fond que sur la forme. Il a pu constater le très haut niveau scientifique des contrats et la qualité de leurs détails et de leur organisation. Il faut y ajouter la chaîne interne de contrôle qualité avant envoi des rapports à destination de leurs commanditaires. Le niveau interne de vérification des rapports techniques est certainement supérieur à celui de la production académique. Il y a donc une grande rigueur et qualité scientifique dans les rapports produits et ceux-ci ont donc été comptabilisés dans la production scientifique de l'unité au même titre que les articles. Enfin, il faut remarquer le nombre important de brevets déposés qui ont également été intégrés dans le bilan scientifique global de l'unité. Sur la base de ces remarques, l'ensemble de la production scientifique s'exprime alors par une moyenne de production de 1,6 unité scientifique par équivalent temps plein (ETP) et par an pour 157 ingénieurs référencés. Cela place les équipes du DPC dans une bonne moyenne des laboratoires avec un niveau de production scientifique élevé.

La productivité scientifique (rapports et articles de rang A) est donc très importante, voire même exceptionnelle. Il est important de souligner la grande complémentarité des différents thèmes scientifiques développés par les équipes traduite par un nombre important d'articles cosignés (42 articles cosignés entre équipes et 59 entre équipes et avec l'UMR LAMBE). En résumé, le comité d'experts a pu apprécier la très grande qualité de la production scientifique du DPC, ainsi que le haut niveau de productivité scientifique. L'ensemble des publications scientifiques sont soit publiées dans de bons journaux de la communauté liée au nucléaire, soit publiées dans des journaux à haut facteur d'impact ce qui témoigne de la qualité des travaux. L'analyse des rapports techniques qui représentent une grande part de la production scientifique du département indique leur haute qualité et leur grande rigueur.

Enfin, sur le plan des communications scientifiques à des colloques via le mode de présentation sous forme d'affiche ou de communication orale, on remarque que ce volume est inférieur à ce que l'on pourrait attendre d'une telle production scientifique. Il faut tout de même saluer l'effort réalisé en la matière car ce n'est pas la mission première des équipes.

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

De par la nature spécifique des missions du CEA, la notion de rayonnement est à considérer différemment de celle du rayonnement académique traditionnel. Le DPC rayonne pleinement dans son environnement comme en témoigne à la fois le volume très important des contrats et sa production scientifique. Cette dernière est extrêmement importante en incluant les rapports techniques issus de contrats. Les équipes possèdent plusieurs scientifiques de renommée internationale fortement impliqués dans l'animation scientifique de sociétés savantes. Certains sont même des animateurs de réseaux scientifiques de leurs communautés au meilleur niveau. Ils remplissent pleinement leur rôle. On peut toutefois regretter que ce haut niveau de compétence et de réalisations scientifiques ne soit pas plus ouvert à la communauté scientifique traditionnelle car il y a là un champ d'échanges de qualité remarquable auquel pourraient participer les deux communautés. Des expériences passées d'ouverture sur des champs de recherches particuliers ont été réalisées ponctuellement et cela a conduit à des échanges comparables aux meilleurs niveaux internationaux.

En ce qui concerne le pilotage de réseaux, cela est décliné avec excellence dans leurs domaines de recherche adossés au nucléaire mais on ne les retrouve que peu ou pas du tout dans les grands réseaux de programmes académiques européens ou internationaux qui sont les moteurs de la recherche internationale. On remarquera la participation croissante des équipes du DPC aux différents programmes de l'ANR jouant ainsi un rôle essentiel à l'interface avec le monde académique. Si l'on note une implication croissante dans les programmes de recherche nationaux, il serait également important que les équipes participent davantage aux réseaux européens actuels et à venir dans le programme Horizon 2020.

D'une façon générale, les compétences de recherche s'appuient sur un remarquable parc expérimental et instrumental animé par un personnel extrêmement qualifié. Cela attire un nombre significatif de jeunes chercheurs doctorants ou post-doctorants, très bien encadrés et qui se traduit ensuite par un taux d'embauche professionnel élevé.



De façon générale, le rayonnement académique est réalisé au mieux des missions premières des équipes. Si la participation aux manifestations internationales est un peu en dessous de ce que l'on attendrait d'une telle unité, il faut toutefois souligner le remarquable effort fait ce sens.

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

Les missions du DPC le placent nécessairement au cœur des préoccupations sociétales majeures. La réponse du DPC par rapport à l'environnement social, économique et culturel est excellente.

Le fonctionnement en mode projet et l'important volume de contrats, et la productivité associée, passés par les principaux opérateurs du nucléaire témoignent de l'importance de la mission du département. Il faut également noter les efforts de normalisation en interne concernant la production des données comme la qualité de la vérification des rapports nécessaire pour la bonne gestion des contrats.

Le niveau remarquablement élevé de production de brevets (39 sur la période soit environ 0,3 brevets par ingénieur-chercheur sur la période, chiffre nettement supérieur aux données du monde académique, qui souligne l'étroite interaction avec le monde industriel et l'importance du secteur) et la politique de valorisation appuyée, aboutissant à la production de spin-off ou d'exploitation d'actions sous licence, sont aussi à porter au crédit du DPC et témoignent d'une politique de valorisation attentive et efficace.

Le volet d'intégration du DPC dans le monde académique est décliné au mieux par rapport à ses missions originales. Ce point sera développé ultérieurement dans le rapport. Il faut aussi souligner le haut niveau d'efforts de communication et de vulgarisation pour le grand public ; actions totalement originales pour ce type de laboratoire.

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

La vie scientifique est fort bien organisée et très dynamique. Il y a de nombreux séminaires internes (au moins 6 par an auxquels viennent s'ajouter les journées annuelles des thèses) qui permettent le décloisonnement des compétences entre les équipes. Cette animation est essentielle car la réponse aux contrats industriels exige le plus souvent des apports de compétences complémentaires des autres équipes. Cela implique une bonne organisation de l'accès aux différentes infrastructures opérationnelles de l'unité (équipements, systèmes expérimentaux, ...). L'ensemble est bien structuré avec de nombreux lieux d'échange. Il faut également remarquer le rôle important que jouent les structures d'animation scientifique qui participent efficacement au développement des fronts de recherche en interne au CEA et permettent aussi la diffusion des avancées scientifiques réalisées dans le monde académique.

La vie de l'unité est encadrée par différents comités (de département, de pilotage de la qualité, ...) auxquels s'ajoutent des rapports de gestion de service qui suivent l'évolution de la réalisation des contrats. On note aussi l'excellente organisation dans les domaines de l'hygiène et de la sécurité, essentielle pour ce type de recherches et de contrats.

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

Le comité d'experts a apprécié le haut niveau d'implication des équipes dans la filière d'enseignement ce qui peut paraître original de par leur mission. L'implication dans la formation par la recherche est excellente avec les équipes d'enseignement sur le plateau de Saclay, la participation aux écoles doctorales, et grâce à l'implication des équipes dans différents appels à projet pour Laboratoires d'Excellence (LABEX) et dans deux Domaines d'Intérêts Majeurs (DIM Oxymore et Analytics). Le DPC est membre fondateur du DIM Analytics. Certains membres des équipes participent à différents enseignements, dans les écoles d'ingénieurs, en Master 1 et 2 (Université d'Évry), dans la formation continue et un peu en licence professionnelle. Ils organisent aussi des écoles d'été. Certains ingénieurs sont fréquemment impliqués dans des jurys de thèse et d'habilitation à diriger des recherches (HDR). La chaire ParisTech soutenue par Areva est particulièrement bien mise en œuvre et le directeur est membre du conseil scientifique de l'École Nationale Supérieure de Chimie de Paris (ENSCP). L'interface avec l'UMR LAMBE amplifie ce potentiel et les ingénieurs détachés au sein de l'UMR participent pleinement à développer les échanges académiques via l'Université d'Évry.

L'ouverture d'enseignement est tout à fait opérationnelle et mériterait d'être encore renforcée sur le plan national. Eu égard à la qualité de la science développée et enseignée, il y aurait aussi d'importantes opportunités à participer à des réseaux d'enseignement européen.



L'unité accueille aussi de nombreux stagiaires, doctorants et chercheurs post-doctorants. Il faut également remarquer le fort taux d'insertion des doctorants après la fin de leur thèse. L'ensemble des doctorants ont témoigné de la qualité de l'encadrement pendant leur parcours doctoral. Le DPC, de par ses thématiques de recherche qui font appel à des disciplines fondamentales de la physico-chimie et à leur traduction dans des sujets d'intérêt sociétal majeur, représente un atout comme acteur incontournable dans la structuration de l'enseignement et de la recherche dans la future Université Paris-Saclay. Le DPC a déjà montré une implication remarquable avec des interfaces bien développées et valorisées par rapport à la filière d'enseignement. Il faut encourager ces ouvertures, non seulement au sein de la future Université de Paris-Saclay mais aussi avec d'autres filières universitaires au niveau national.

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

Il est difficile de pouvoir pleinement évaluer les orientations futures dans la mesure où celles-ci sont principalement guidées par des contrats et dépendent aussi directement de la politique nationale en matière de nucléaire. Toutes les propositions de programmes sont dans la pleine continuité des actions de recherche engagées. La faisabilité du projet à l'horizon de 5 ans paraît assurée. Le DPC a un réel potentiel d'innovation dans le domaine de la physico-chimie traitant du nucléaire actuel et futur.

L'analyse SWOT démontre clairement les forces et faiblesses du DPC ainsi que les opportunités et les défis à anticiper. La qualité de la science engendrée et mise en œuvre est excellente et présente un très fort potentiel d'adaptation à des évolutions thématiques liées aux nouvelles tendances énergétiques et environnementales. La nature du fonctionnement de la recherche essentiellement par contrat laisse peu d'initiatives et de temps pour l'émergence de compétences originales et nouvelles. La qualité générale de l'ensemble de la structure du DPC pourrait cependant être affectée par la réduction des potentiels humains à tous les niveaux. Il serait également important d'élargir les collaborations avec le monde académique tout en maintenant un équilibre avec les missions premières du CEA.

On peut ici souligner le nouveau projet de collaboration entre le DPC et le LAMBE qui portera sur la mise en place de programmes transverses avec les quatre équipes du LAMBE et qui concerneront des développements de recherche fondamentale étroitement liés à certaines problématiques du DPC. Pour cela, une cellule « projets » impliquant des représentants du LAMBE et du DPC coordonnera l'opération. Cette structuration permettra de renforcer les liens historiques de ces deux entités.

D'une façon générale, le DPC réalise un parcours remarquable dans les domaines de recherche liés au cœur de sa mission. Le DPC est déjà fortement impliqué dans le domaine de la recherche académique. Cette ouverture mérite certainement d'être amplifiée dans le futur afin que le DPC puisse continuer à être un acteur majeur de la filière nucléaire actuelle et future. Le DPC est également très bien armé pour participer pleinement aux nouveaux défis de la transition énergétique à venir.



## 4 • Analyse équipe par équipe

**Équipe 1 :** Service de Corrosion et du Comportement des Matériaux dans leur Environnement - SCCME

**Nom du responsable :** M. Philippe PRENE

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	56	53
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	2	2
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	1	1
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>59</b>	<b>56</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	14	21
Thèses soutenues	16	25
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité		1
Nombre d'HDR soutenues	3	8
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	5	9

## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe est chargée des études de corrosion des matériaux métalliques de l'ensemble des installations de l'industrie nucléaire. La compréhension et la maîtrise des phénomènes de corrosion sont cruciales pour cette industrie, tant du point de vue de la disponibilité et du rendement de ses installations, que de leur sûreté. L'objectif d'étendre la durée de vie des installations existantes (réacteurs, usine de retraitement des combustibles usés), les longues durées de vie en jeu dans les installations d'entreposage intermédiaire et de stockage définitif des déchets nucléaires nécessitent une prévision du comportement des matériaux, et en particulier de leur tenue à la corrosion, à long, voire à très long terme.

De par sa mission, l'équipe étudie la résistance à la corrosion d'une large gamme de matériaux métalliques, voire non métalliques, dans des ambiances très diverses en termes de milieux et de température notamment, et au regard de phénomènes de dégradation très variés (oxydation, corrosion uniforme, par piqûres, par fissuration, ...). Peu d'équipes dans le monde travaillent sur un spectre aussi large. Les moyens mis en œuvre permettent de couvrir une approche multi-échelle des phénomènes étudiés et font appel à de nombreuses techniques expérimentales et d'analyse. On peut souligner la maîtrise des moyens expérimentaux spécifiques développés pour répondre aux conditions d'étude en milieux extrêmes (concentrations élevées en espèces agressives, pH, température, pression et radiations).

Parmi les divers modes de corrosion, la compréhension des mécanismes de fissuration sous contrainte assistée par l'environnement constitue un défi scientifique majeur, tant du point de vue de l'amorçage que de la propagation des fissures. Par ses travaux, le SCCME a notamment permis de progresser dans la connaissance du rôle de l'hydrogène sur la corrosion sous contrainte des alliages de nickel dans le milieu primaire des réacteurs à eau pressurisée (REP). Dans le domaine du comportement des matériaux à haute température, il a contribué à obtenir une meilleure connaissance de l'oxydation des aciers ferritiques (type Fe-9Cr) et des alliages de nickel, en particulier par des approches de modélisation et de simulation.

Un grand nombre d'articles (211) ont été publiés non seulement dans les journaux spécialisés comme le *Journal of Nuclear Materials*, mais aussi dans d'autres incontournables revues du domaine (*Corrosion Science*, *Electrochimica Acta*, ...) qui ont un très bon facteur d'impact (>3). Tout en ayant une grande partie de sa production scientifique sous forme de rapports techniques destinés à ses clients industriels (358 rapports depuis 2008), le SCCME témoigne, au travers de ses diverses publications, d'une volonté de couvrir son champ disciplinaire et de faire évaluer ses travaux par une large communauté scientifique.

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

Le SCCME entretient des liens solides avec les partenaires académiques, ainsi qu'avec la communauté des corrosionnistes français et européens (Cefracor, Fédération européenne de corrosion, ...), assurant la présidence et l'animation de certaines commissions. Il est hautement souhaitable pour cette communauté que le SCCME continue de jouer un rôle moteur au sein de ces sociétés savantes ; dans cette logique, le plateau de Saclay pourrait devenir un point de rendez-vous régulier pour des écoles thématiques dans le domaine de la corrosion. Par ailleurs, l'unité joue un rôle actif auprès de l'Afnor et de l'ISO pour actualiser, valider et mettre en œuvre des normes sur la corrosion.

Plusieurs chercheurs de l'équipe sont impliqués dans l'organisation de manifestations internationales et sont invités pour des conférences. Beaucoup sont membres de comités éditoriaux ou de comités d'évaluation. De façon régulière, les travaux de chercheurs du SCCME sont honorés par des prix du Cefracor.

L'unité doit se soucier dès à présent d'assurer la pérennité de sa présence et de son influence dans les institutions où elle joue un rôle moteur grâce à certains de ses experts.

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

Les enjeux industriels liés à la disponibilité et à la sûreté des installations nucléaires justifient un partenariat fort et continu avec les industriels français (Areva, EDF, Andra). Ce partenariat, inscrit dans la durée sous la forme actuelle ou une autre, est bien équilibré entre l'expérimental et la modélisation, mais la simulation y présente une part encore insuffisante. Les travaux de modélisation et la recherche cognitive, *a priori* non concurrentielle, font l'objet de collaborations internationales encore trop peu nombreuses.



L'engagement de l'équipe dans l'élaboration de bases de données thermodynamiques au niveau de l'OCDE/AEN, l'édition d'ouvrages sur la corrosion des matériaux du nucléaire (monographie DEN, publication Woodhead) constituent quelques-uns des exemples témoignant de l'implication du SCCME dans son environnement.

L'équipe a une collaboration soutenue et fructueuse avec des laboratoires universitaires. Beaucoup de ses articles scientifiques sont co-signés avec des chercheurs de ces laboratoires.

On a déjà mentionné l'implication de l'unité dans le domaine de la normalisation sur la corrosion (24 normes publiées depuis 2008).

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

Le projet s'inscrit dans la continuité des actions entreprises pour répondre aux questions des partenaires industriels, avec l'objectif, en particulier, de renforcer et de crédibiliser davantage les aspects prédictifs des modèles de corrosion. Tout en étant très lié aux besoins des partenaires, cet objectif peut permettre à l'équipe de dégager une unité et une cohérence dans les connaissances et les approches souvent disparates utilisées pour décrire et modéliser les différents phénomènes de corrosion. Par ailleurs, il s'agit de préserver et de consolider les compétences acquises dans un domaine pour lequel le CEA est un acteur reconnu et indiscutable.

À cette fin, comme les autres équipes, le SCCME devra veiller à bien identifier les compétences clés de son domaine et mettre en place les biseaux nécessaires pour anticiper les départs de compétences programmés et assurer la pérennité des compétences clés. C'est une condition indispensable de la réussite de son projet.

Le comité d'experts n'a pas vu clairement comment l'expertise de l'unité serait impliquée pour répondre aux questions liées à la corrosion de matériaux métalliques dans d'autres domaines que le nucléaire (p. ex., les énergies alternatives).

Les faiblesses et les menaces, partagées avec les autres services du DPC, sont correctement identifiées.

### Conclusion

L'équipe couvre la grande majorité des problèmes de corrosion des matériaux métalliques qui sont rencontrés sur les installations de l'industrie nucléaire. Elle a une solide compétence technique et scientifique. Elle est fortement intégrée à d'autres équipes de la DEN et entretient des liens solides avec les partenaires académiques.

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

- compétences et savoir-faire couvrant bien les divers modes de corrosion ;
- liens solides avec les partenaires académiques, la communauté des corrosionnistes et les instituts de normalisation en France et en Europe ;
- bonne complémentarité entre l'expérience et la modélisation ;
- bonne intégration, dans la durée des programmes existants, des développements en cours avec les partenaires industriels français. Mise en œuvre de moyens expérimentaux bien conçus et de qualité ;
- opportunités possibles offertes par le programme de « grand carénage » des centrales nucléaires françaises dont l'ambition est de permettre la prolongation de la durée d'exploitation des centrales nucléaires du parc EDF au-delà de 40 ans.

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

- dépendance importante à l'égard des industriels français du nucléaire ;
- système de gestion et de contrôle des projets insuffisant pour maîtriser le risque d'engager des études sur un concept dont la probabilité d'aboutir serait faible (exemple du cycle iode-soufre envisagé pour la production thermique d'hydrogène par les centrales nucléaires dans le passé).



▪ **Recommandations :**

- maintenir les compétences de l'équipe. Accompagner quelques chercheurs pour élever leur niveau d'expertise et avoir une vue plus large sur les problèmes de corrosion ;
- diversifier davantage les collaborations contractuelles externes, en suscitant l'intérêt d'autres industries que le nucléaire (p. ex., problèmes de corrosion liés à certains développements de sources d'énergies alternatives) ;
- clarifier l'organisation de la recherche et développement en matière de corrosion au sein du CEA.

**Équipe 2 :** Service d'Études Analytiques et de Réactivité des Surfaces - SEARS

**Nom du responsable :** M. Gilles MOUTIERS

**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	54	53
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	1	1
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	2	2
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>57</b>	<b>56</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	12	14
Thèses soutenues	22	27
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	0	1
Nombre d'HDR soutenues	2	6
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	6	10

## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

La production et la qualité scientifiques du Service d'Études Analytiques et de Réactivité des Surfaces (SEARS) reproduisent les contraintes observées et mentionnées en début de rapport qui sont directement liées aux modes de production de rapports scientifiques très clairement orientés vers les commandes et la réalisation de contrats. Au demeurant dans cet exercice particulier, le SEARS réussit dans l'excellence. En effet, les contraintes du domaine nucléaire lui imposent des stratégies particulièrement orientées par rapport aux objets des études. De fait, il faut être capable d'amener l'analyseur à l'échantillon ou de déporter la mesure analytique. De surcroît, les différents





domaines développés intègrent tous le fait d'analyser des objets d'études complexes (parfois hautement radioactifs) et la nécessité impérative de minimiser la quantité d'effluents liquides produits par les analyses en phase aqueuse.

Les domaines de recherche développés par le SEARS sont principalement :

- la technique LIBS (Laser-Induced Breakdown Spectroscopy) qui permet d'analyser des objets à distance ;
- l'analyse isotopique orientée pour les matériaux nucléaires ;
- le développement de microsystèmes pour la séparation des analytes aqueux (hautement radioactifs) et permettant de limiter les effluents liquides ;
- les couplages de diverses méthodes de séparation avec la spectrométrie de masse ;
- le développement de capteurs optiques.

A cet ensemble de stratégies analytiques avancées, il faut ajouter le développement d'un savoir à la pointe du progrès dans le domaine de l'ingénierie et de la modification des surfaces par traitement laser pour améliorer les performances des surfaces en milieu nucléaire.

Toutes ces actions sont développées au meilleur niveau international avec un parc d'instruments scientifiques de très haut niveau et une intégration poussée en liaison avec l'aspect sécurité qui est essentiel.

Sur toutes les thématiques scientifiques proposées, le SEARS a développé et possède une excellente maîtrise de ces champs de recherche particuliers des sciences analytiques et fait souvent figure de leader (reconnu mais peu connu) dans différents domaines qui nécessitent une très grande expertise. C'est notamment le cas pour le LIBS, la spéciation (des actinides) et l'analyse isotopique.

Pour être en mesure de développer ces différentes actions de recherche avancée, il faut parfaitement maîtriser les connaissances des principes fondamentaux et être en mesure de promouvoir une instrumentation scientifique adaptée. Le SEARS maîtrise complètement ces différents aspects ce qui lui confère un très fort potentiel de valorisation. Cela se traduit notamment par la création de la société IVEA (exploitation des concepts du LIBS à des fins de détection de substances toxiques sur le terrain) ou par la maîtrise industrielle des procédés de traitement des surfaces par laser avec le procédé de décapage AspILaser. Il en résulte un fort taux de brevets issus de la valorisation de la recherche et des contrats réalisés. L'ensemble de ces travaux représente une concentration de savoir-faire originaux parfaitement maîtrisés qui connaissent leur plus grand succès par la participation du CEA et de l'équipe SEARS à la conception et à la réalisation du module d'analyse LIBS sur le rover Curiosity (Mars Science Laboratory) envoyé sur Mars. Cette équipe a eu pour mission de participer (en collaboration avec la NASA et le CNES) à la réalisation du projet « *ChemCam* » qui est un spectromètre LIBS arrivé sur Mars en août 2012 et qui nous envoie actuellement des spectres des roches et des minéraux du sol de la planète Mars. Cette réalisation exceptionnelle atteste la reconnaissance du très haut niveau d'expertise du SEARS dans le domaine de la spectrométrie LIBS.

L'ensemble de ces résultats se reflète également dans une très bonne production scientifique exprimée sous forme de rapports de contrat (212) de très grande qualité et d'articles scientifiques (128) dans des revues de rang A ainsi que par le dépôt de 19 brevets. Le SEARS réussit ainsi l'exercice difficile d'avoir une production scientifique significative dans le domaine des sciences analytiques en publiant dans les meilleurs journaux de cette discipline comme dans ceux des applications plus spécifiques au nucléaire. L'ensemble témoigne d'une vitalité scientifique remarquable tout comme pour les autres équipes.

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

Il est difficile d'apprécier les aspects classiques du rayonnement académique lorsque l'on rapporte les traditionnelles approches de la communauté académique aux équipes du CEA. Il faut prendre en compte d'autres critères. Dans le cas particulier du SEARS, le succès de l'opération ChemCam illustre de façon évidente un rayonnement exceptionnel pour un projet scientifique et technique de très haute volée dans un environnement technologique international plus que compétitif. Cet exemple, comme celui de la valorisation, démontre la grande maîtrise de l'équipe. Il est donc difficile d'apprécier le rayonnement académique d'une équipe du CEA et du SEARS en particulier dans ce contexte. Le CEA a mis en place en interne des outils et commissions de très haut niveau qui permettent à ses membres de suivre et d'être au courant des développements rigoureux et avancés aux meilleurs niveaux internationaux. L'information de ces commissions étant au meilleur niveau, cela permet à la communauté du CEA d'être au front de l'information la plus récente. Les chercheurs n'ont de ce fait que peu besoin de circuler dans les congrès internationaux et cela limite le potentiel de rayonnement d'excellents chercheurs présents au sein des équipes et du SEARS en particulier.



On peut certainement faire plusieurs commentaires concernant l'aspect rayonnement académique mais cela ne s'applique pas nécessairement qu'au SEARS. D'une façon générale, il semble que les équipes du CEA participent relativement peu aux manifestations internationales académiques. Dans le domaine des sciences analytiques, le CEA et la DEN, en particulier, ont développé la CETAMA (Commission d'ETAbblissement des Méthodes d'Analyse) qui est très structurée et permet de nombreux échanges autour des sciences analytiques, matériaux de référence et réflexions sur l'innovation dans les nouveaux champs de recherche appliqués au domaine nucléaire. Les membres des équipes du SEARS participent néanmoins à plusieurs types de manifestations dans les domaines des sciences analytiques, des méthodes de séparation ou de la LIBS mais ont peu d'excellents chercheurs qui atteignent une renommée internationale en dépit de leur grande expertise, du fait d'une participation scientifique volontairement restreinte et focalisée.

Il y a là une vraie question et un déficit d'échanges bilatéraux qui pourraient être très fructueux pour les deux communautés. En effet, si l'on prend l'exemple du programme de toxicologie nucléaire (Tox-Nuc) dans lequel ont participé plusieurs membres du SEARS, programme situé dans un des domaines très avancés de la spéciation, on peut se rendre compte qu'il était initialement restreint aux équipes du CEA. Il a ensuite été ouvert aux équipes d'excellence dans le monde académique. Le niveau du programme des conférences en français était alors très certainement du meilleur niveau international dans ce domaine et a fait avancer l'ensemble de la communauté scientifique impliquée. Cet exemple illustre les bénéfices à gagner pour les équipes du CEA (SEARS) d'élargir les échanges de toute nature au sein de la communauté nationale et internationale. Les membres des équipes sont par contre très présents dans les réunions et manifestations directement liés aux activités nucléaires.

L'aspect rayonnement et interface avec le monde académique paraît essentiel et peut présenter également des risques dans le futur avec une diminution croissante du nombre de bourses mises en jeu. Le plus souvent, ces bourses sont d'excellentes opportunités pour établir et développer des actions spécifiques en collaboration avec les laboratoires du monde académique. Le taux d'insertion annoncé très élevé des doctorants formés au sein du DPC démontre également l'intérêt de ce type d'initiative et plaide pour une ré-augmentation des bourses de thèse ou postdoctorales pour irriguer les excellents laboratoires. Cela entraînerait nécessairement une augmentation du rayonnement international des chercheurs développant les thématiques de recherche.

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

D'une façon générale, de par la mission et les objectifs en découlant, les actions de recherche et développement sont bien évidemment au cœur des préoccupations sociétales autour des questions du monde nucléaire. Les projets développés sont orientés par les « commandes » et les résultats sous forme de contrats, rapports techniques correspondant à des jalons fixés avec les clients (Areva, EDF, ...). Dans ce domaine de situation particulière, l'équipe SEARS réussit très bien et la transcription de son expertise dans des domaines d'intérêt sociétaux plus larges que le domaine nucléaire est à noter. Les différents axes de valorisation développés, en commençant par la participation au projet ChemCam, le projet AspiLaser ou la création de la société IVEA traduisent cette volonté d'élargir le spectre des domaines d'application. Au-delà de la mission première des équipes CEA, du DPC et du SEARS en particulier, on observe d'excellentes réalisations qui traduisent bien une volonté de capitaliser sur les savoirs développés. Les chercheurs du SEARS y réussissent avec un taux de succès en moyenne supérieur à celui du monde académique.

Au-delà de l'insertion sociétale manifeste et remarquable par des actions de valorisation particulièrement bien abouties, il faut également souligner les contributions scientifiques que le SEARS réalise au travers des projets avec les partenaires académiques. Il existe une qualité d'échange qui mériterait d'être amplifiée. Cependant, cela ne dépend pas des capacités mêmes des équipes mais plutôt de leur situation particulière par rapport à leur programmation de travail.

Il convient aussi de mentionner l'excellente chaîne de vérification et de certification. Dans le cadre des champs de développement du SEARS, la CETAMA est un organisme interne qui permet de promouvoir la qualité de la mesure en métrologie nucléaire en produisant notamment des matériaux de référence adaptés aux conditions et aux enjeux dans les domaines concernés. La CETAMA permet aussi de stimuler les développements innovants en interne comme de faire le lien en externe avec le monde académique.

Enfin, l'aspect qualité est à souligner via la structure en place qui impose un contrôle rigoureux avant la publication des rapports destinés aux clients. Toute la chaîne de production des données est particulièrement bien structurée et vérifiée. Cela existe également dans d'autres contextes industriels et économiques clés mais il faut ici le mentionner particulièrement au regard de la haute qualité de la chaîne de production des données. Celle-ci fait partie des actions les plus remarquables au niveau national avec une rigueur pareille à celle déployée par les instituts de métrologie les plus exigeants au niveau international.



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

Le SEARS a participé à la création et à l'animation du DIM Analytics sur les universités de Paris-Saclay. Le SEARS est en règle générale bien implanté en ce qui concerne la collaboration potentielle ou effective avec plusieurs systèmes universitaires et écoles doctorales. Mais il y a, là encore, une grande marge de progression eu égard à la qualité des sujets, des niveaux des encadrements comme des matériels impliqués dans les thématiques de recherche. Cependant, le nombre d'HDR est encore limité bien qu'un effort de développement dans ce sens et une ouverture sur le monde académique soient perceptibles (augmentation significative du nombre d'HDR prévu dans le rapport).

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

Il est un peu difficile de pouvoir pleinement évaluer les orientations à venir dans 5 ans dans la mesure où elles seront principalement guidées par les « commandes » (besoins des clients).

Les orientations proposées sont dans la continuité des actions déjà entreprises et promettent des évolutions plus performantes des méthodes de détection, notamment pour la préparation de l'échantillon et ultérieurement l'analyse en ligne. Dans le cas du nucléaire et en rapport avec la complexité des analyses, cela représente des enjeux considérables. L'aspect miniaturisation et « chimie verte » sont des axes essentiels. Les couplages entre microsystèmes de séparation avec différents spectromètres de masse permettront d'avoir encore un meilleur suivi de la réactivité et de la spéciation des radionucléides en milieu nucléaire comme dans les différents compartiments de l'environnement.

D'une façon générale, la continuité des savoirs autour des technologies laser et de leur application reste un enjeu prioritaire. L'évolution actuelle rapide des sources laser et leurs capacités vont continuer à faire évoluer les potentialités de détection, particulièrement pour les mesures à distance.

Au-delà des progrès en matière de spéciation des radionucléides, il faut également promouvoir la détection des radionucléides en ultra-traces dans différents types de matrices diluées (air, eau, ...) et il faudra y ajouter ensuite la précision de la signature isotopique à l'échelle de la forme chimique détectée. Le recoupement de l'information isotopique et de la forme chimique (spéciation et isotopie) fait partie des futurs défis pour une meilleure compréhension du cycle des métaux toxiques dans l'environnement et du comportement des radionucléides en milieu naturel. Enfin, le secteur des capteurs (qui est un domaine complexe en général) est aussi très important afin de pouvoir surveiller des installations nucléaires en continu (monitoring environnemental et radiologique).

## Conclusion

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

- excellente maîtrise des concepts de sciences analytiques appliqués aux différents champs de recherche développés ;
- pertinence des thématiques développées ;
- excellente qualification des personnels de recherche comme des ingénieurs ;
- équipements analytiques globalement récents et positionnés dans d'excellents environnements de travail assurant un haut niveau de sécurité ;
- excellente maîtrise des contraintes des milieux d'analyse dangereux ;
- très bon niveau de sécurité associé ;
- réseau interne de validation des mesures de premier plan via la CETAMA ;
- très bonne complémentarité et savoir-faire par rapport aux autres équipes du DPC et du CEA ;
- les thématiques du SEARS sont susceptibles d'apporter d'importantes collaborations avec l'extérieur et pas uniquement avec l'UMR LAMBE ;
- compétences et savoir-faire fondamentaux bien maîtrisés permettant de s'adapter rapidement en cas d'évolution des missions.



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

- forte dépendance des développements liés à l'aspect contractuel et aux milieux d'étude principalement liés au domaine nucléaire ;
- le contexte limite le potentiel d'innovation sur le plan fondamental ;
- contexte scientifique particulièrement ouvert et propice à une collaboration plus large avec le monde académique qui permettrait d'amplifier les potentiels d'innovation. Cependant, le système organisationnel du CEA ne semble pas encore encourager cette ouverture ;
- nombre d'HDR encore peu développé ;
- bourses de thèse et financements postdoctoraux en régression ;
- érosion progressive du potentiel humain avec un savoir-faire expérimental très élevé pouvant conduire à une fragilisation de l'ensemble du système.

▪ **Recommandations :**

Le SEARS possède un énorme potentiel dans le savoir-faire fondamental en sciences analytiques. Il réunit un personnel très qualifié et de haut niveau autour d'équipements remarquables. Il a intrinsèquement un potentiel d'innovation majeur dans le domaine des sciences analytiques. Pour optimiser les conditions d'expression et d'innovation, il serait important d'élargir les collaborations avec le monde académique. Il y a de multiples façons d'augmenter le niveau d'échange déjà élevé mais qui gagnerait à être encore accru, tout en maintenant un équilibre avec les missions premières du CEA.

**Équipe 3 :** Service d'Étude du Comportement des Radionucléides - SECR

**Nom du responsable :** M. Denis GUILLANEUX (également co-responsable de l'équipe 3 du LAMBE)

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	59	57
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	4	5
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	1	1
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>64</b>	<b>63</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	11	14
Thèses soutenues	5	13
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	1	6
Nombre d'HDR soutenues	4	5
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	7	7

## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Les activités du Service d'Étude du Comportement des Radionucléides (SECR) couvrent la quasi-totalité du cycle du combustible nucléaire, de la mine d'uranium aux dépôts définitifs de déchets radioactifs, en passant par la chimie des réacteurs nucléaires. Elles couvrent notamment :

- la chimie aqueuse des circuits primaires et secondaires des réacteurs à eau pressurisée ;
- le transfert de contaminants dans les environnements des sites miniers, de traitement industriel et de stockage des déchets ;

- les interactions entre matériaux, entre autres, entre argile (bentonite) / béton / acier ;
- la thématique générale et transverse de la radiolyse.

L'inclusion en 2011 du LECBA (Laboratoire d'Etude du Comportement des Bétons et des Argiles) au sein du SECR est venue renforcer l'intégration des études sur la migration des radionucléides en champ proche et en champ lointain. Elle devrait aussi contribuer à améliorer la performance des études des perturbations au sein des barrières ouvragées tout en consolidant les activités conjointes sur la corrosion métallique avec le SCCME. Le SECR occupe une position centrale au sein du DPC et interagit fortement avec le SCCME (études de corrosion), le SEARS (études de spéciation et de distribution des radionucléides par spectroscopie laser) et le LAMBE (Université d'Évry-Val-d'Essonne), avec qui il développe une collaboration bien identifiée et privilégiée depuis de nombreuses années.

Les recherches entreprises dans les domaines très variés couverts par les activités du SECR sont par nature transdisciplinaires, multi-physiques et multi-échelles. La majorité des études combinent judicieusement l'approche expérimentale et la modélisation. Les modèles et les simulations sont développés au SECR tant pour comprendre les phénomènes de base et soutenir l'interprétation des expériences que pour répondre à des impératifs de sûreté opérationnelle et pour réaliser aussi des prédictions à très long terme pour le stockage géologique des déchets radioactifs.

Les activités expérimentales du SECR privilégient de façon générale l'approche de terrain afin de reproduire le plus fidèlement possible les conditions physico-chimiques complexes régnant dans les milieux et les environnements étudiés. Des moyens très importants sont déployés afin d'éviter de perturber les systèmes étudiés sur site (systèmes naturels et artificiels aux équilibres souvent très fragiles) et de reproduire au laboratoire les conditions physico-chimiques représentatives de celles régnant *in situ*.

Certaines études réalisées sous contrat pour plusieurs opérateurs industriels nationaux ou européens de déchets radioactifs (Andra, Nagra, Ondraf, ...) font appel à l'ingénierie expérimentale à grande échelle, notamment les études consacrées à la mise au point et aux tests de validation des dispositifs de scellement (bentonite, matériaux cimentaires, ...) des galeries et des puits des systèmes de stockage géologique. Ces études sont complétées par des études plus fondamentales portant sur la caractérisation des matériaux et leur modélisation géochimique, thermodynamique et thermo-hydro-mécanique (THM).

Les études portant sur les interactions des radionucléides avec leur environnement ont un caractère fortement multidisciplinaire et sont souvent très délicates à mettre en œuvre. Malgré le caractère parfois appliqué et très orienté vers la sûreté et la disponibilité du parc nucléaire de certaines de ces recherches (chimie des circuits primaire et secondaire des réacteurs, transfert des radionucléides dans les formations argileuses et les bétons), l'accent y est systématiquement mis sur la compréhension des phénomènes de base et des mécanismes élémentaires sous-jacents. Les études du SECR reposent donc sur des bases phénoménologiques et scientifiques solides et très étendues.

Un des principaux défis posés par les études consacrées au stockage géologique réside dans les très grandes échelles de temps et d'espace auxquelles elles sont inévitablement confrontées. Les phénomènes et les processus de transfert étudiés en milieu poreux très peu perméable sont contrôlés par la diffusion. De ce fait, ils sont très lents, ce qui implique des expériences de très longue durée et des constantes de temps expérimentales en adéquation.

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

Les travaux du SECR sont d'un très bon niveau scientifique et technique et fortement appréciés par la communauté internationale dans leur domaine. L'expertise scientifique du SECR est reconnue en France et à l'étranger dans le cadre de nombreux projets de collaboration internationale.

Les travaux scientifiques du SECR (152 articles dans des revues avec comité de lecture pour la période 2008 - 2013) sont publiés sur les plateformes de diffusion adéquates pour les différents domaines d'activités couverts et apparaissent notamment dans des journaux comme : *Environmental Science and Technology*, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, *Applied Geochemistry*, *Cement and Concrete Research*, *Corrosion Science*, *Applied Clay Science*, *Radiochimica Acta*, ..., tous considérés comme étant les revues de référence dans les matières dont ils traitent.

Il convient de reconnaître également l'importance et la qualité des très nombreuses notes techniques produites par le SECR dans différents domaines où le SECR développe une expertise reconnue et incontournable (341 notes et rapports techniques et 7 brevets déposés pour la période 2008 - 2013).

Les outils de simulation développés par le SECR sont d'une aide précieuse pour les exploitants nucléaires car ils permettent d'optimiser la conduite des installations en production et durant des phases ayant un impact potentiellement important dans les domaines de la radioprotection, des rejets et de la disponibilité.



Dans le domaine du stockage en formation géologique profonde, des interactions des radionucléides avec leur environnement et du comportement à long terme des bentonites (matériaux de scellement) et des bétons (matériaux cimentaires), les équipes du SECR sont reconnues par leurs pairs dans les pays européens étudiant les mêmes thématiques (Belgique, Suisse, Allemagne, Suède, ...).

Toutefois, lors de la présentation du SECR au comité d'experts AERES, les projets européens et les collaborations internationales du SECR auraient davantage pu être mis en lumière.

Il en est résulté une perception / impression de manque de visibilité du SECR dont les activités pourraient aisément être mieux mises en valeur. La communication et le rayonnement du SECR vers le monde extérieur pourraient utilement bénéficier de la publication de brochures thématiques ou de monographies comme c'est déjà le cas pour les deux autres services (SCCME et SEARS). Si de tels instruments de communication existent, comme c'est le cas pour les activités liées à la dégradation des bétons (cfr. certains documents accessibles sur internet et élaborés par les membres du LECBA avant son rattachement au SECR alors qu'il faisait encore partie du SCCME), il serait intéressant de les présenter ou de les réactualiser.

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

Les thématiques étudiées par le SECR correspondent à des défis scientifiques, techniques, économiques et sociaux majeurs. Les travaux à la fois fondamentaux et appliqués du SECR soutenant des projets industriels majeurs contribuent à augmenter la sûreté opérationnelle et la disponibilité du parc existant de réacteurs nucléaires à eau pressurisée et à élaborer une solution définitive, sûre et socialement acceptable pour le stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde.

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

Le projet du SECR s'inscrit dans la continuité des programmes de recherche à long terme développés pour répondre aux attentes des grands partenaires industriels (Andra, EDF, Areva, ...). Vu les échelles de temps concernées (migration des radionucléides dans les barrières ouvragées et dans la barrière argileuse) et le temps nécessaire pour investiguer adéquatement le comportement des matériaux de remblayage et de scellement (hydratation et restauration des matériaux argileux et des bentonites, comportement, dégradation et évolution à long terme des bétons, ...), les perspectives du projet devraient encore s'étendre sur plusieurs décennies afin d'être capable de confirmer le bien fondé et la validité des options de sûreté retenues par l'Andra. Ce n'est toutefois pas une raison pour ne pas anticiper les conséquences du passage des activités de l'Andra au stade industriel après l'autorisation de la création et de l'exploitation du centre de stockage géologique à Bure (projet Cigeo). C'est donc dans cette perspective, que le SECR a demandé l'avis et l'expertise du comité d'experts à propos de l'approche « terrain » du service, couplant mise au point de maquettes au laboratoire et développements de techniques d'investigation et d'expérimentation *in situ*.

Un axe de développement stratégique à long terme pour le SECR pourrait donc être de créer un "laboratoire mixte" avec les partenaires avec lesquels une collaboration est engagée dans la durée, avec notamment des expérimentations *in situ*.

L'approche de terrain indispensable pour l'étude à différentes échelles de systèmes aux équilibres fragiles et très facilement perturbés et aux propriétés non préservables hors site est certainement une spécificité importante et un des points forts du SECR et mérite à ce titre d'être considérée et renforcée à l'avenir.

Il serait donc souhaitable de pérenniser sous cet angle la collaboration du SECR avec l'Andra en ce qui concerne les aspects liés à la géochimie, à la migration des radionucléides, au comportement des matériaux, et à la performance des scellements, dans le laboratoire souterrain de Bure.

### Conclusion

Le SECR occupe une position centrale au sein du DPC et interagit fortement avec le SCCME (études de corrosion), le SEARS (études de spéciation et de distribution des radionucléides par spectroscopie laser) et le LAMBE (Université d'Évry-Val-d'Essonne).



Il répond indubitablement aux attentes des grands partenaires industriels et fournit des résultats de grande qualité scientifique et technique. Son rayonnement scientifique et sa visibilité internationale pourraient toutefois encore être aisément améliorés grâce au déploiement des mêmes stratégies et des mêmes outils de communication que ceux mis en œuvre par les deux autres services (SCCME et SEARS). Ses diverses collaborations avec les autres unités du CEA en charge du développement et de la caractérisation des différentes matrices d'immobilisation des déchets radioactifs et de leur compatibilité et évolution à long terme pourraient aussi être mieux mises en évidence.

Les recherches de base sur lesquelles s'appuient les travaux à caractère plus appliqué mériteraient également d'être davantage développées, notamment en ce qui concerne les méthodes de caractérisation avancée des matériaux et de la spéciation des radionucléides.

A l'instar de ce qui se fait notamment à l'Institut Paul SCHERRER (PSI) en Suisse, des collaborations accrues avec les équipes multi-disciplinaires développant autour des synchrotrons toute la panoplie actuelle des spectrométries et des techniques de nano/micro-imagerie des rayonnements-X (XAS, XANES, EXAFS,  $\mu$ -XRF,  $\mu$ -XRD,  $\mu$ -tomographie X, ...) gagneraient à être davantage développées. Cela permettrait de constituer à l'avenir autant de passerelles supplémentaires vers le monde académique et la recherche plus fondamentale tout en formant les nouvelles générations de chercheurs aux techniques de pointe dans ces domaines en plein essor.

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

- le SECR allie les recherches de base avec des projets de recherche plus appliquée au sein d'études transversales et intégrées élaborées autour de grands projets industriels ;
- les activités du SECR sont caractérisées par des interactions fortes avec les opérateurs industriels incontournables du nucléaire (chimie des réacteurs : EDF ; stockage définitif des déchets radioactifs : Andra) et sont le plus souvent valorisées via des contrats de recherche avec ceux-ci ;
- il existe une excellente intégration entre les études portant sur la migration des radionucléides en champ proche et en champ lointain et les recherches consacrées au comportement des matériaux utilisés pour les barrières ouvragées. Ceci représente un point clé pour la pertinence et la représentativité des études des perturbations au sein des barrières ouvragées et également pour les activités conjointes avec le SCCME sur la corrosion des barrières métalliques ;
- il conviendrait d'examiner les possibilités de participer au programme de gestion du vieillissement du parc nucléaire installé en France et à l'étranger, notamment en ce qui concerne l'évaluation du vieillissement des systèmes, structures et composants en béton, l'identification des pathologies de dégradation des matériaux et la recherche de solutions appropriées ;
- les évolutions de la législation relative aux installations nucléaires de base (INB) (par exemple : le renforcement des exigences liées à l'environnement et à la réduction des nuisances) vont conduire les différents intervenants du domaine nucléaire (exploitants, concepteurs) à produire des études et des démonstrations de plus en plus approfondies du bien fondé de leurs pratiques et de leurs choix. Elles pourraient même conduire à modifier certains paramètres de l'exploitation des centrales dont les paramètres chimiques. Le SECR dispose à la fois des compétences et des installations qui permettent de répondre à ces besoins à condition toutefois de conserver une taille critique suffisante pour assurer la mise au point des dispositifs expérimentaux et l'exploitation des résultats ;
- il faudrait aussi considérer les opportunités offertes par le programme de « grand carénage » des centrales nucléaires françaises dont l'ambition est de permettre la prolongation de la durée d'exploitation des centrales nucléaires du parc EDF au-delà de 40 ans.

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

- dépendance importante à l'égard des industriels français du nucléaire ;
- risque de diminution de certaines activités de recherche du laboratoire (ex., détermination des paramètres de transport des radionucléides en conditions non-perturbées et à petite échelle, ...) lorsque l'Andra entrera progressivement en phase industrielle du projet Cigeo. Néanmoins, une compensation est certainement possible par l'élaboration de tests in situ de longue durée et à plus grande échelle.





▪ **Recommandations :**

- l'approche de terrain indispensable pour l'étude à différentes échelles de systèmes facilement perturbés mériterait d'être renforcée à l'avenir. Il serait donc souhaitable de pérenniser la collaboration du SECR avec l'Andra dans le laboratoire souterrain de Bure ;
- un axe de développement stratégique à long terme pour le SECR pourrait consister à s'associer d'une manière ou d'une autre avec l'Andra dans un projet "d'expérimentation souterraine conjointe" à Bure afin de renforcer leur collaboration par des expériences in situ de très longue durée ;
- un autre axe de développement pourrait être la constitution au niveau européen et international de programmes expérimentaux de contrôle systématique de la qualité et de la stabilité à long terme des matrices de déchets, notamment des matrices cimentaires utilisées pour immobiliser et conditionner les déchets de faible et moyenne activité. En effet, des écarts parfois très importants existent entre certaines pratiques industrielles reposant sur des bases insuffisantes, mais ayant toujours cours dans l'Union Européenne, et les connaissances actuelles des matériaux cimentaires. Il en résulte parfois des non-conformités impactant directement la sûreté opérationnelle et à long terme des déchets et des coûts fortement accrus pour le stockage définitif des déchets radioactifs. Les connaissances et l'expertise du SECR en matière de matrice cimentaire et de béton pourrait certainement être davantage valorisées au niveau européen et international ;
- il conviendrait également de valoriser l'expérience développée en matière de géochimie et de migration des radionucléides en l'appliquant à la problématique des sites industriels classiques : pollution chimique, pollution par les métaux lourds, et aux solutions de remédiation.



## 5 • Déroulement de la visite

Dates de la visite :

Début : Jeudi 5 décembre 2013 à 08:30

Fin : Mercredi 6 décembre 2013 à 17:30

Lieu de la visite

Institution : Département de Physico-Chimie (DPC) du CEA de Saclay

Adresse : Route Nationale, 91400 Gif-sur-Yvette

Locaux spécifiques visités : Laboratoires :

Service d'Étude du Comportement des Radionucléides (2 bâtiments),

Services d'Études Analytiques et Réactivité de Surface (2 bâtiments),

Service de Corrosion et du Comportement des Matériaux dans leurs Environnement (1 bâtiment).

Déroulement ou programme de visite

Visite très bien organisée avec respect de l'horaire. Très bonne préparation également de la visite sur les différents sites où des informations complémentaires aux présentations ont été données. Support par posters et vidéo dans les différents laboratoires visités.

Points particuliers à mentionner

Visite très bien organisée et personnels enthousiastes et très accueillants.

Détail de la visite ci-dessous.



### Jeudi 5 décembre 2013

- 08 : 30 Accueil au Département de Physico-Chimie (DPC) du CEA Saclay (Bat. 450)
- 08 : 45 Présentation du Comité d'Évaluation et du rôle de l'AERES
- 09 : 00 Présentation De la Direction de l'Innovation et du Soutien Nucléaire de la Direction de l'Énergie Nucléaire du CEA (Diane De Prunelé)
- 09 : 30 Présentation de la Direction des Activités Nucléaires de Saclay
- 10 : 00 Présentation générale du DPC (Stéphane Sarrade)
- 11 : 00 Réunion à Huis clos des membres du Comité d'Évaluation AERES
- 12 : 00 *Pause déjeuner*
- 13 : 00 Présentation de l'équipe thématique « Service d'Étude du Comportement des Radionucléides » (Denis Guillaneux)
- 14 : 00 Réunion à Huis clos des membres du Comité d'Évaluation AERES
- 15 : 00 Visite des laboratoires de l'équipe thématique « Service d'Étude du Comportement des Radionucléides » (Bat. 133 + Bat. 391)
- 16 : 30 Présentation de l'équipe thématique « Service d'Études Analytiques et Réactivité de Surface » (Gilles Moutiers)
- 17 : 30 Réunion à Huis clos des membres du Comité d'Évaluation AERES
- 18 : 00 Fin de la Journée

### Vendredi 6 décembre 2013

- 08 : 30 Accueil au Département de Physico-Chimie (DPC) du CEA Saclay (Bat. 467)
- 09 : 00 Visite des laboratoires de l'équipe thématique « Service d'Études Analytiques et Réactivité de Surface » (Bat.467 et 391)
- 10 : 30 Présentation de l'équipe thématique « Service de Corrosion et du Comportement des Matériaux dans leur Environnement » (Philippe Prené)
- 11 : 30 Réunion à Huis clos des membres du Comité d'Évaluation AERES
- 12 : 30 *Pause déjeuner*
- 13 : 30 Visite des laboratoires de l'équipe thématique « Service de Corrosion et du Comportement des Matériaux dans leur Environnement » (Bat. 458)
- 15 : 00 Rencontre avec des techniciens du DPC
- 15 : 20 Rencontre avec des Doctorants et Post-Doctorants du DPC
- 15 : 40 Rencontre avec des Chercheurs du DPC
- 16 : 00 Réunion à Huis clos des membres du Comité d'Évaluation AERES
- 16 : 30 Réunion de clôture entre les membres du Comité et l'équipe de Direction du DPC (bat. 450)
- 17 : 30 Fin de l'Évaluation



## 6 • Observations générales des tutelles

Monsieur Pierre GLAUDES  
Directeur de la section des unités  
de recherche  
AERES  
20 rue Vivienne

CEA/DEN/DIR  
DO 134 26/06/14



14MMAC000143

diffusé le: 26/06/14

Saclay, le 26 juin 2014

*Objet : Rapport d'évaluation AERES du DPC*

Cher Mr Glaudes,

Nous avons bien reçu le rapport d'évaluation AERES du Département de Physico-Chimie. Vous trouverez ci-joint ce rapport, avec quelques corrections factuelles ou suggestions mineures de modification de forme.

Je tiens à saluer la qualité de l'exercice d'évaluation qui a été menée sous votre égide, et à remercier par votre intermédiaire les membres du comité de visite. L'exercice a été également apprécié de mes équipes de recherche, et ses conclusions nous seront précieuses pour le futur.

Je vous prie d'agréer, Monsieur, l'expression de mes salutations distinguées.

Christophe BEHAR