



**HAL**  
open science

## **GEOSCIENCE - Centre de géosciences**

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. GEOSCIENCE - Centre de géosciences. 2014, Mines ParisTech. hceres-02031512

**HAL Id: hceres-02031512**

**<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02031512>**

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 :  
Centre de Géosciences  
sous tutelle des  
établissements et organismes :  
MINES ParisTech



Novembre 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. Jean-Marc MONTEL, 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 : Centre de Géosciences

Acronyme de l'unité :

Label demandé : Équipe d'Accueil

N° actuel :

Nom du directeur  
(2013-2014) : M. Hedi SELLAMI

Nom du porteur de projet  
(2015-2019) : M. Hedi SELLAMI

## Membres du comité d'experts

Président : M. Jean-Marc MONTEL, Université de Lorraine, Nancy

Experts : M<sup>me</sup> Isabelle HALLEUX, Université de Liège, Belgique

M. David LABAT, Université de Toulouse

M. Thierry MULDER, Université de Bordeaux

M. Jacques PIRONON, Université de Lorraine, Nancy

M. Jean-François THIMUS, Université Catholique de Louvain, Belgique

M. Jean VIRIEUX, Université de Grenoble

Délégué(s) scientifique(s) représentant(s) de l'AERES :

M. Jean-Luc BOUCHEZ

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

M. Damien GOETZ, MINES ParisTech

M<sup>me</sup> Régine MOLINS, (représentante de l'École Doctorale n°398  
Géosciences et Ressources Naturelles)



## 1 • Introduction

### Historique et localisation géographique de l'unité

Le Centre de Géosciences de MINES ParisTech, créé le 1<sup>er</sup> Janvier 2006, est issu de la réorganisation des structures de recherche en Sciences de la Terre de l'École des Mines de Paris (Géologie de l'Ingénieur, Géophysique, Géotechnique, Géostatistique et Informatique Géologique). Il est divisé en six équipes de recherche : Géologie (GEOL), Géophysique (GEOPHY), Hydrodynamique et Réactions (HR), Systèmes Hydrologiques et Réservoirs (SHR), Géologie de l'Ingénieur et Géomécanique (GIG) et Géostatistique (GEOSTAT), œuvrant toutes sur le site de Fontainebleau.

### Équipe de direction

Directeur : M. Hedi SELLAMI / Adjoint au directeur : M. Vincent LAGNEAU

### Nomenclature AERES

ST3 Sciences de la Terre et de l'Univers

### 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	4	4
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	33,5	32,5
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	37,5 (35,5)	35
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	8	
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	1	
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>84</b>	<b>71,5</b>



Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	36	
Thèses soutenues	55	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	8	
Nombre d'HDR soutenues	9	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	19	16

## 2 • Appréciation sur l'unité

### Avis global sur l'unité interdisciplinaire

Le "Centre de Géosciences" est un laboratoire bien structuré et bien organisé. Il occupe une place unique dans le paysage scientifique français, en raison de ses relations fortes avec les grands groupes industriels du secteur des géosciences, nationaux et internationaux. Il s'agit d'une activité de longue date, développée en relation avec ARMINES (une association de la loi 1901) dans le cadre d'une convention. Le Centre est connu dans le monde entier par certains aspects de son activité scientifique comme les géostatistiques ou les technologies de forage, par son activité de formation et par ses logiciels. Malgré un nombre restreint d'enseignants-chercheurs titulaires (i.e., fonctionnaires du Ministère de l'Éducation Nationale), le Centre joue un rôle majeur dans la formation « Ingénieur Civil des Mines » de l'École des Mines. Le laboratoire, récemment restructuré, se trouve dans une dynamique très positive, largement due à l'activité de la direction précédente. Les interactions entre les différentes équipes sont réelles mais peuvent être encore amplifiées. Le Centre de géosciences forme de très nombreux docteurs, dont l'essentiel trouve un emploi dans l'industrie. Il a fait des progrès importants en termes de valorisation de ses résultats par le biais de publications, mais il existe encore de grandes disparités entre les individus et les équipes. Cet effort doit être poursuivi, en travaillant sur la qualité des publications. Malgré un recrutement de qualité, certaines équipes restent fragiles et reposent sur un petit nombre de seniors. Le laboratoire a tout pour prendre la place qui lui revient dans le paysage scientifique des géosciences : celle d'un centre d'excellence de renommée mondiale.

### Points forts et possibilités liées au contexte

La production scientifique est indubitablement de qualité. Le laboratoire sait mener de front la recherche fondamentale et la recherche appliquée en coopération avec les grands groupes industriels. Il possède un savoir-faire unique en matière de production de logiciels, fruits de la recherche menée. L'attractivité nationale est forte, portée par celle de l'École des Mines de Paris. Les coopérations industrielles ont atteint un niveau de qualité sans équivalent en France. Le laboratoire est bien structuré et bien organisé. Il joue un rôle majeur au sein de la formation de l'École des Mines de Paris, aussi bien pour les Ingénieurs Civil des Mines que pour la formation de stagiaires étrangers. Il a une stratégie et une gouvernance adaptée.

### Points faibles et risques liés au contexte

L'activité de publication scientifique, malgré des progrès significatifs, n'est pas encore à la hauteur attendue. L'activité de certaines équipes repose sur peu de chercheurs. Le cap difficile de remplacement des seniors et d'émergence de nouveaux leaders n'est pas encore franchi pour toutes les équipes. Le paysage de l'enseignement supérieur, en particulier en région parisienne, est loin d'être stabilisé, ce qui ne permet pas de travailler dans la sérénité, et peut absorber une partie de l'énergie des chercheurs et de la direction. Le rayonnement international est limité à certaines activités spécifiques, avec un flux insuffisant de post-doctorants et de visiteurs étrangers de haut niveau.



## Recommandations

- utiliser mieux la filière "post-doctorants", pour (1) compenser la baisse des permanents "ARMINES", baisse souhaitable et souhaitée par l'équipe de direction, et (2) mener certains projets confidentiels, dont la réalisation, dans le cadre d'une thèse, est pénalisante pour l'avenir scientifique du doctorant ;
- poursuivre la mise en place d'une véritable vie de laboratoire, notamment en utilisant mieux le conseil de laboratoire, outil permettant une vraie transparence du pilotage ;
- poursuivre les efforts en termes de valorisation des résultats, en se focalisant maintenant sur la qualité et la visibilité des publications ;
- poursuivre la politique d'accompagnement du renouvellement des chercheurs, avec une attention particulière à l'équipe géostatistique, qui devrait voir un fort renouvellement ces prochaines années ;
- appliquer avec rigueur la règle de l'école doctorale d'une publication acceptée avant la soutenance de la thèse, quitte à réorienter certains projets sur des post-doctorants plutôt que sur des thèses ;
- mettre en place un conseil scientifique avec une représentation extérieure forte chargée d'aider la direction, en particulier pour la définition des objectifs scientifiques en terme de verrous de connaissance et pour l'identification des partenariats et des concurrents internationaux ;
- poursuivre l'intégration dans le paysage ESR géoscience français et parisien en profitant, par exemple, de l'expérience du master GPX (Paris Exploration Geophysics Group) avec l'IPGP.



### 3 • Appréciations détaillées

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

Le Centre de Géosciences a une activité de recherche forte et diversifiée. Organisé en 6 équipes, il déploie son activité essentiellement dans des domaines liés aux géosciences appliquées, la plupart du temps en lien avec des grands groupes industriels ou des grands organismes. Le laboratoire a une capacité unique en France (dans le domaine des géosciences) à mettre au point des outils logiciels opérationnels et à les diffuser : Isatis (logiciel de géostatistique), Hytec et Chess (codes de transport chimique) sont des standards internationaux. Le logiciel Flumy, fruit d'une collaboration entre plusieurs équipes, est en train de suivre ce chemin. La capacité du laboratoire à faire vivre ces logiciels, au-delà de la fin d'activité de leurs créateurs est particulièrement impressionnante. Il faudrait toutefois que le Centre adopte une politique globale de diffusion de ces outils qui doivent participer à son renom.

L'activité de publication est correcte. Le dossier inventorie 220 articles ACL (à comité de lecture) dont un peu plus de la moitié ont été signés en premier auteur par un membre du Centre (permanent ou temporaire). Mais on constate de fortes disparités en quantité et en qualité d'un chercheur à l'autre, et d'une équipe à l'autre. Elle est en forte progression par rapport au précédent contrat, et témoigne d'une volonté affichée de se placer au niveau international. Il est encore possible de progresser, plutôt en qualité (revues plus prestigieuses) qu'en quantité. Les résultats obtenus par le Centre méritent en effet une politique de publication ambitieuse qui augmentera la visibilité académique du Centre, et donc son attractivité vis-à-vis de jeunes chercheurs de haut niveau, qui eux-mêmes augmenteront la qualité et la quantité des publications. Un cercle vertueux qui portera le Centre au niveau de visibilité qui doit être le sien. La croissance du nombre de publications a accompagné l'augmentation significative du nombre de chercheurs habilités à diriger des recherches. Le Centre a des atouts de première force et a franchi l'étape de l'intégration des équipes en un seul laboratoire. Il peut maintenant avoir une politique internationale ambitieuse et assumer pleinement son rôle de leader national en terme de synthèse entre industrie et recherche.

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

Le laboratoire bénéficie de son adossement à une Grande École française de première importance, la seule qui affiche ouvertement les géosciences dans ses domaines d'excellence. Ceci lui confère une visibilité nationale exceptionnelle dans le milieu académique français et auprès des industriels. L'ouverture internationale du recrutement au cours du dernier contrat a été réussie, ce qui démontre que son attractivité internationale est réelle. On peut noter toutefois que, jusqu'à maintenant, le Centre n'a pas attiré de leader étranger de niveau mondial. Auprès des entreprises, la visibilité internationale du laboratoire est très forte par la combinaison de trois facteurs : (1) le prestige du Centre De Géostatistique dont il est l'un des lieux de naissance historique, (2) les compétences en matière de technologie du forage, et (3) le réseau d'anciens élèves du CESMAT (Centre d'Etudes Supérieures des Matières Premières). Une bonne partie des docteurs formés par le Centre étant intégrés dans les services de R et D des entreprises, le Centre agit comme un pôle d'essaimage, ce qui renforce sa notoriété dans l'industrie. Par contre, et malgré un nombre important de conférences invitées (37 en 5 ans, avec disparité entre équipes), en ce qui concerne le milieu académique international, la visibilité du Centre est restreinte à certaines spécialités et n'atteint pas celle d'autres centres de Géosciences français.

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

Le « Centre de Géosciences » de MINES ParisTech occupe une place tout à fait unique dans le paysage scientifique des Géosciences en France. Il est sous la tutelle unique de MINES ParisTech, et donc indirectement sous la tutelle du Ministère du Redressement Productif, en charge de l'industrie. Son modèle économique unique fait appel depuis longtemps à des financements industriels très importants, ce qui permet d'assurer une forte présence de contractuels pérennes (50 % de l'unité). Ceci justifie le qualificatif de "tutelle" pour l'association ARMINES, parfois utilisé par le laboratoire. Cette politique conduit à réaliser des projets de recherche qui, bien que d'un très haut niveau scientifique ou technique, n'ont pas vocation à être publiés. Cette particularité est pleinement revendiquée par la direction et ne doit pas être considérée comme une faiblesse. Au-delà du montant financier des contrats, il faut souligner la qualité des coopérations industrielles. Il ne s'agit pas seulement de répondre à des demandes ou de profiter des dispositifs d'aides en ce domaine, mais bien d'une démarche partagée de co-construction des problématiques scientifiques et technologiques. Dans certains cas, le degré de connaissance est tel que le laboratoire est capable d'anticiper sur les besoins des industriels, voire de proposer des solutions aux entreprises, dans une politique d'offre très originale.



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

Au cours des rencontres et des échanges, le laboratoire est apparu comme bien structuré et bien organisé. L'organigramme et les circuits de décision sont clairs, et l'équipe de direction assume sa mission de pilotage. Cette équipe a une vision et une stratégie, même si le comité d'experts n'a pas vu de formulation explicite de l'analyse en forces et faiblesses. Le Centre a surmonté les difficultés qui avaient été soulignées par le comité d'experts précédent (2008). En particulier, il a intégré toutes ses composantes et fonctionne bien comme un laboratoire unique, avec des coopérations scientifiques inter-équipes visibles. Bien que résultant de la fusion de plusieurs laboratoires autrefois indépendants, il y a maintenant une véritable unité et une véritable adhésion au projet commun. L'animation interne, qu'elle soit opérationnelle (rôle du Comité de Direction) ou scientifique, est efficace. Le Centre a réussi à compenser les départs, dont certains étaient prévisibles, par un recrutement exemplaire, grâce à son ouverture et à la qualité des nouveaux enseignants-chercheurs. Le renouvellement a donc été très important ces dernières années, avec intégration de nombreux jeunes chercheurs. Ceux-ci sont encouragés, soutenus, et placés rapidement en position de responsabilité et d'autonomie. Il y a là une nouvelle dynamique, qui ne peut être que profitable au Centre de Géosciences. Le personnel technique et administratif a les moyens de remplir ses missions, mais souhaite plus de visibilité sur le but de son travail, même s'il est associé en amont des projets. La question de la reconnaissance du travail reste à traiter (règles générales de remerciement, participation au groupe de co-auteurs). Enfin, la place et le rôle du conseil de laboratoire dans le fonctionnement du Centre doivent être mieux définis.

La fusion est donc réussie, malgré un contexte très perturbé (changements multiples à la tête de l'École des Mines, réorganisation du paysage académique parisien très difficile et qui a concerné directement l'École des Mines). Cette réussite est à mettre au crédit de l'équipe de direction précédente.

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

Le Centre de Géosciences est un centre important de formation de docteurs (56 entre 2008 et 2012). Au niveau de l'École des Mines, un service du doctorat, rattaché à la direction scientifique, assure la coordination avec les Écoles Doctorales. Pour le Centre, il s'agit essentiellement de l'ED 398 GRN "Géosciences et Ressources Naturelles", co-accréditée avec l'UMPC, l'IFP, et l'ENGREF. Le service du doctorat assure le suivi des thèses et vérifie que ses exigences sont respectées, mais le comité d'experts a constaté que de nombreuses dérogations étaient accordées, en particulier la non-conformité au niveau des publications. L'essentiel des thèses est financé par des fonds privés, dans le cadre de coopérations avec l'industrie. L'insertion professionnelle est exceptionnelle, avec 90 % de succès, la majorité étant en CDI dans le secteur privé. Le Centre joue donc le rôle d'un lieu de formation pour les services de R et D de l'industrie. Le personnel du Centre participe très activement à l'enseignement dans la formation « Ingénieur Civil des Mines » : enseignements de terrain, du tronc commun, des options et des modules MIG (Modules d'Ingénierie Généraliste donnant aux futurs ingénieurs une première approche de la R et D). Les services d'enseignement, qui sont gérés collectivement et répartis sur l'ensemble du personnel (quels que soient les statuts, y compris les doctorants), ne dépassent pas les moyennes de l'E.S.R. et ne constituent pas a priori un frein à l'activité scientifique. Le Centre a également une activité importante de formation à l'International dans le domaine minier où il jouit d'une renommée mondiale, au travers des formations construites sur les anciens cycles de formation du CESMAT. Enfin le Centre développe des activités de formation permanente, en cohérence avec sa position de laboratoire d'interface entre milieux académique et industriel.

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

L'équipe de direction a une vraie stratégie scientifique. Consciente qu'elle sera confrontée encore à un fort renouvellement, au moins en raison des départs à la retraite, elle a choisi de s'appuyer sur ses points forts en recentrant des actions. Le choix du maintien d'une triple compétence (terrain, laboratoire, modélisation) et de s'appuyer sur la capacité à réaliser des codes de calcul est pertinent. Le modèle économique implique une forte interaction avec les industriels. Ce modèle, qui a fait ses preuves, est judicieux en particulier dans un contexte de financement incertain par des fonds publics. L'équipe de direction est ouverte et à l'écoute, ce qui lui donne une bonne capacité de réaction. Dans un paysage E.S.R. toujours mouvant, surtout en région parisienne, le modèle de fonctionnement choisi est robuste et doit permettre au laboratoire de poursuivre son développement sans craindre les perturbations extérieures.

## 4 • Analyse équipe par équipe

**Équipe 1 :** Géologie (GEOL)

**Nom du responsable :** M<sup>me</sup> Isabelle COJAN

**Effectif**

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	1	1
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	3	3
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	2	2
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)		
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	6	
Thèses soutenues	6	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	0,5	
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	1	1



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

La recherche de l'équipe porte sur la sédimentation continentale avec deux thèmes principaux : la dynamique fluviale et la caractérisation des paléosurfaces continentales. Le premier thème se décline selon trois sous-thèmes : (1) la quantification des flux actuels de matière en suspension, (2) le dimensionnement des paramètres hydrologiques à partir de l'enregistrement sédimentaire, et (3) la modélisation des systèmes chenalisés méandriformes (logiciel "FLUMY"). Ce thème se prolongera dans le prochain quinquennal. Le second thème vise essentiellement à reconnaître et caractériser les paléosurfaces et paléoaltérations continentales. En raison d'un départ à la retraite, ce thème semble moins susceptible de se poursuivre longtemps. Bien que la recherche sur les environnements fluviaux ne soit pas exclusive à l'équipe "Géologie" du Centre de Géosciences, l'équipe mène une recherche originale sur la quantification des paléoflux à partir du dimensionnement des corps sédimentaires et la mise en évidence de relations empiriques entre paramètres morphométriques et hydrologiques. La comparaison actualiste et l'utilisation des données dans un modèle génétique de calcul, validé sur un analogue de terrain, en font un continuum horizontal de recherche original dans le paysage national.

L'équipe montre un niveau de publication correct puisque les 4 permanents ont publié 27 articles ACL sur 5 ans soit une moyenne de 1,35 articles/chercheur/an (2,70/an/ETPR - équivalent temps-plein en recherche -). Ce bilan est positif en raison de la charge d'enseignement pesant sur les membres de l'équipe (en particulier sur les jeunes chercheurs : > 200 h/an d'enseignement. Compte-tenu de cette forte implication dans l'enseignement, on peut s'interroger sur le faible nombre d'enseignant-chercheur statutaire (un seul !). On note le faible leadership des membres de l'équipe (en terme d'auteurs d'articles) puisque seuls 10 articles (37%) sont signés par des statutaires ou par des doctorants en premier auteur. Il faut également noter que, malgré les règles en vigueur dans l'École Doctorale, au moins deux étudiants sur 6 ont soutenu leur thèse sans avoir publié un article ACL en premier auteur. Enfin, l'équipe a une ouverture internationale faible (une seule conférence invitée sur la période précédente). Trois chercheurs invités sont venus, pour un total cumulé de 9 mois, sur le thème des paléo-altérations. Le recrutement récent d'une chargée de recherche étrangère montre une volonté réelle d'ouverture.

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

L'équipe "Géologie" montre une interaction forte avec les autres équipes du laboratoire, en particulier sur la conception et l'évolution du logiciel "FLUMY" et la dynamique fluviale (équipes "Geostat" et "SHR" en particulier). L'équipe a des collaborations régionales dans le cadre des programmes "PIREN" - Programme Interdisciplinaire de Recherche sur l'Environnement - et "LITEAU" auxquels elle participe. Sur le plan national, elle participe également à une ANR. Finalement, sa lisibilité et sa reconnaissance les plus importantes se retrouvent à nouveau autour du logiciel "FLUMY", avec le pilotage d'un consortium international (France, Italie, Brésil, RU, USA). Hormis un analogue de terrain en Espagne, ses ateliers sont essentiellement régionaux : bassin de la Seine et Bassin de Paris. L'équipe conserve néanmoins une notoriété importante au sein de la communauté nationale, et une attractivité démontrée par la qualité et la variété de ses recrutements récents de jeunes chercheurs et de doctorants. Le leadership de l'équipe, et c'est remarquable, s'exprime surtout dans les institutions savantes plutôt que dans la gestion de projets. On note l'investissement lourd de deux membres de cette équipe (présidence et membre du CA) dans la plus importante association de géosciences française (Société Géologique de France) durant une période charnière pour cette dernière. Enfin, l'équipe a une excellente reconnaissance et visibilité vis-à-vis des partenaires industriels sur lesquels elle s'appuie pour le financement de ses recherches.



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

Les choix pour l'avenir sont pertinents avec la préférence pour un modèle 1D qui privilégie la quasi-instantanéité des calculs, mais en tenant compte, mieux que précédemment, des pentes locales. Ce logiciel avec son dimensionnement empirique est un outil de premier choix pour le dimensionnement rapide d'un modèle de réservoir. Son ouverture à la communauté scientifique par l'intermédiaire d'une mise en ligne "ouverte" est également à porter au crédit de l'équipe, en collaboration avec l'équipe GEOSTAT. Il est remarquable que ces deux équipes aient pu conserver (via un consortium et des recrutements judicieux) le savoir-faire sur le logiciel et continuer à le faire évoluer après le remplacement des concepteurs et des développeurs qui se sont successivement attachés à la genèse et à l'évolution du code. La poursuite de l'analyse des hétérogénéités de la plaine alluviale constitue également un développement cohérent avec les recherches actuellement menées sur la quantification des paramètres et l'analyse des systèmes actuels. Cependant, un point semble plus obscur dans les perspectives. En effet, étant donné les échelles de temps auxquelles travaillent les membres de l'équipe dans le domaine de la sédimentation fluviatile passée (1-2 Ma) et les difficultés liées aux datations des systèmes continentaux, le thème portant sur les approches paléoclimatiques dans les séries continentales paraît peu accessible dans le cadre du prochain quinquennal.

## Conclusion

- *Points forts et possibilités liés au contexte :*
  - bonne intégration de l'équipe dans le Centre de Géosciences ;
  - pérennisation et évolution du logiciel FLUMY au sein du consortium.
- *Points faibles et risques liés au contexte :*

La publication, la mobilité des doctorants et la présence dans les conférences internationales sont à améliorer (mais ce n'est pas une spécificité de l'équipe).

- *Recommandations :*
  - accroître l'interaction de l'équipe avec les autres équipes du Centre et élargir les collaborations vers d'autres équipes nationales travaillant sur la thématique (IPGP, Rennes ...) ;
  - diversifier les chantiers, peut-être dans des sites moins anthropisés que le bassin de la Seine ;
  - compte tenu de sa notoriété, l'équipe Géologie devrait se montrer plus incisive dans la prise de responsabilité de programmes nationaux, voire internationaux.

**Équipe 2 :** Géophysique (GEOPHY)

**Nom du responsable :** M. Hervé CHAURIS

**Effectif**

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	1	1
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	3	3
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	1	1
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<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)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>6</b>	<b>5</b>

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

Cette équipe était composée de trois permanents en 2008. Elle compte maintenant quatre permanents, suite à deux recrutements et un départ. Elle devrait recruter une personne dans un futur proche pour assurer une taille minimale.



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe GEOPHY est orientée sur les approches d'imagerie du sous-sol par les méthodes géophysiques, et plus spécifiquement par les méthodes de tomographie. Sa production scientifique est de haut niveau sur la période 2008-2013, avec 29 articles dans des revues de rang A à comité de lecture, 1,67 articles/an/chercheur actif (soit le double/ETPR). Il est important de souligner que l'un des statutaires est parti au bout de 6 mois et que des recrutements ont été faits en 2009 et 2010. La production est donc à un niveau excellent, ce que l'on attend d'une équipe petite dynamique avec des recrutements récents de jeunes chercheurs qui publient. Cette équipe a dû faire face à un renouvellement important de ses membres qui s'inscrit dans une évolution thématique allant de l'imagerie sismique fondée sur l'approche « RAI+BORN » (point fort de l'équipe, antérieur à 2008, basé sur la cinématique) vers de l'imagerie fondée sur un contenu plus riche en information incluant des aspects directionnels (polarité, polarisation) allant jusqu'à l'amplitude (migration itérative ou au-delà).

La qualité de GEOPHY est reconnue au niveau international, comme l'illustrent la présence de nombreux post-doctorants et les communications présentées dans des congrès internationaux. L'approche scientifique, axée sur des modèles à contenu basse fréquence spatiale par la tomographie d'attributs de différentes phases (temps de parcours, angles, amplitudes) ou sur l'analyse de vitesse fondée sur une redondance locale de l'information sismique, est pertinente. Elle correspond à des enjeux de recherche fondamentale et applicative à la fois. GEOPHY a su développer des outils méthodologiques originaux (solveur « eikonal », décomposition en « curvelets », migration itérative) et devra relever le défi de l'application pour illustrer les avantages et les conditions d'usage de ces outils. Un recrutement (annoncé) est bienvenu dans cette direction. Toutefois, il ne faudra pas relâcher l'effort méthodologique. La stratégie présentée, qui présente une externalisation partielle du traitement des données, est raisonnable au vu du nombre de personnes composant l'équipe. On ne peut qu'encourager l'arrivée annoncée d'une personne au sein de l'équipe pour assurer sa visibilité dans ce paysage de la R&D en imagerie sismique.

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

Cette équipe, en raison de sa visibilité internationale sur les approches d'analyse en « curvelets », a su attirer un chercheur invité très actif en analyse des données et des images, ainsi que six jeunes chercheurs post-doctorants durant la période concernée. Au vu du faible nombre de permanents (deux seniors dont un HDR durant la période), il s'agit d'une excellente performance. L'équipe doit veiller à ne pas se disperser et à conserver une cohérence thématique qui lui assurera sa visibilité au niveau international. Son projet basé sur l'analyse de vitesse est pertinent et s'inscrit dans les projets thématiques globaux proposés au niveau du Centre de Géosciences (ressources en eau, exploitation minière, milieux fracturés). Au cours de la période écoulée, GEOPHY a su interagir avec les autres équipes du Centre de Géosciences, et notamment avec l'équipe GEOSTAT sur la tomographie stochastique, avec une approche de qualification des images reconstruites. Il est important de poursuivre dans cette voie d'interaction avec les autres équipes dont on peut esquisser sans difficulté les potentialités (cadre mathématique rigoureux, approches algorithmiques évolutives, introduction des informations géologiques).

GEOPHY a su s'intégrer dans le paysage de la recherche en France via des relations étroites avec, d'un côté l'IPGP, grâce à une chaire industrielle, et de l'autre l'interaction avec l'UPMC via l'UMR Sisyphé. La fertilisation croisée résultant de relations étroites avec divers laboratoires français, européens ou internationaux peut permettre de nourrir cette équipe et surmonter les difficultés de visibilité dues à sa petite taille. Il faut l'encourager dans cette voie. Des interactions industrielles sur des sujets plus spécifiques avec les grands groupes (TOTAL, SHELL ...) ou les PME (Magnitude ...) montrent que cette équipe a su assurer un leadership dans certains domaines de l'imagerie sismique. La chaire industrielle, animée par le Pr Satish Singh de l'IPGP, et soutenue par l'ANR et par des industriels (TOTAL, Schlumberger, GGG), devrait permettre à cette équipe de mieux se placer dans le tissu académique national. On attend de cet excellent investissement un retour en doctorants, et des liens étroits avec ceux allant préparer une thèse à l'extérieur. Une perspective à moyen terme pour des post-doctorants peut également se dessiner et s'avérer fort intéressante. Le rayonnement de GEOPHY est assuré par la diffusion des outils que cette équipe développe. Au vu de l'impact au niveau international du solveur « eikonal » que l'équipe a développé dans le passé, il est bon de recommander une stratégie similaire pour cette nouvelle équipe. L'essentiel est de préserver le taux de citation des articles utilisant ces outils.



## Conclusion

- *Points forts et possibilités liés au contexte :*
  - visibilité internationale réelle sur les approches analytiques et outils développés ;
  - intégration prometteuse dans le paysage académique français.

- *Points faibles et risques liés au contexte :*

Très (trop) faible taille de l'équipe.

- *Recommandations :*
  - accroître les interactions avec d'autres équipes du Centre de Géosciences ;
  - poursuivre l'effort de diffusion et de valorisation des outils développés.



**Équipe 3 :** Hydrodynamique et Réaction (HR)

**Nom du responsable :** M. Vincent LAGNEAU

**Effectif**

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)	1 (0,5)	1
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)		
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)	1	
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>7</b>	<b>6</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	4	
Thèses soutenues	14	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	1,5	
Nombre d'HDR soutenues	2	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	3



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'activité de l'équipe Hydrodynamique et Réactions (HR) repose sur le développement de codes de spéciation chimique (CHESS) et de chimie transport (HYTEC), et de leurs applications aux stockages géologiques de déchets radioactifs et de CO<sub>2</sub>, à l'exploitation minière et aux géomatériaux. Ces outils bénéficient d'une reconnaissance nationale et internationale. L'équipe souhaite leur donner une visibilité originale dans un environnement dominé par des modèles gratuits et faciles d'usage comme PHREEQC, ou payant et plus complexes comme TOUGH/TOUGHREACT. Cette démarche se traduit notamment par la création d'un module isotopique et par l'intégration du transport diphasique. Ces outils, qui intègrent chimie et transport, sont essentiels pour la communauté des géochimistes et hydrogéologues. Ils servent à identifier les moteurs des interactions fluides-roches en milieu naturel, les modalités de transport de matière, ou à prédire le comportement des matériaux sous sollicitations anthropiques. Leur impact est fort, à la fois pour les approches académique et appliquée. Ils doivent néanmoins être plus visibles grâce à un effort de publications de référence, centrées sur l'outil, ce dont l'équipe a conscience. En effet, l'équipe HR souhaite se recentrer sur le développement du code et, compte tenu de sa petite taille, ne peut s'impliquer dans l'alimentation des bases de données ou la validation par l'expérience au laboratoire.

Il est donc vivement conseillé de développer des coopérations/projets avec des laboratoires nationaux ou internationaux pouvant aider au calage du code. Cette approche est peut-être difficile à mener compte tenu du cadre actuel basé sur un consortium de "grands partenaires" industriels. Ce consortium évolue, il perd et gagne des membres, dont un groupe étranger qui vient de l'enrichir. Les modalités d'ouverture du code à la communauté scientifique ne sont pas clairement définies. Il s'agit là d'une difficulté inhérente au développement d'outils d'intérêts académique et industriel à la fois. L'existence d'un consortium avec droit d'entrée permet d'assurer un développement dans la durée. Cette stratégie permet de maintenir et de faire évoluer l'outil dans le temps, ce qui constitue un vrai point fort du Centre de Géosciences dans son ensemble. Le départ du concepteur des codes n'a pas remis en cause leur existence.

L'équipe HR répertorie une moyenne de 7 publications/an, soit 1,6 publications ACL/an/EC et 2,8 thèses/an. Notons que les membres de HR ne semblent pas fortement impliqués dans les activités d'enseignement. Le taux de publication a fortement évolué dans le temps avec un pic en 2010 (17 publications). Ces travaux ne sont pas tous de niveau équivalent, les publications dédiées aux applications font l'essentiel de la production de l'équipe.

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

L'équipe HR compte 5 EC et 1,5 ITA, se répartissant en 2 CR2 (équivalent), 3 DR2 (équivalent), 1 ingénieur et ½ administratif. L'équipe héberge et encadre 5 doctorants et 1 post-doctorant par an en moyenne. On dénombre 14 soutenances de thèse en 4 ans, dont 5 n'ont pas donné lieu à des publications internationales où le doctorant est premier auteur. Il faut impérativement veiller à la valorisation des travaux des doctorants dans leur intérêt et celui de l'équipe. L'équipe HR a été affectée par 3 départs depuis 2008, dont celui « brutal » de son leader. Néanmoins l'activité de l'équipe a perduré, les deux nouveaux arrivants prenant une part active dans la vie de l'équipe. 2 HDR ont été soutenues. L'équipe a participé à trois projets ANR au cours du quadriennal mais n'est pas présente dans le cadre de projets européens ou internationaux. Elle vient d'obtenir le pilotage d'une ANR sur le rôle des gaz co-injectés avec le CO<sub>2</sub>. Deux scientifiques étrangers ont été hébergés pendant 9 mois.

L'équipe participe à l'IEED Geodénergies (Instituts d'Excellence sur les Énergies Décarbonées) et à la chaire CTSC (Captage, Transport et Stockage du CO<sub>2</sub>), ce qui lui permet d'être en forte interaction avec les acteurs français de la recherche, académiques et industriels. Les contrats industriels au travers du consortium (« Pôle Géochimie Transport », PGT) du stockage de CO<sub>2</sub>, et de la lixiviation de l'uranium assurent l'essentiel du budget. Les industriels les plus reconnus dans le domaine sont partenaires de l'équipe. L'équipe organise des formations annuelles à ses outils destinés aux industriels et universitaires. Elle développe des collaborations au sein du Centre de Géosciences principalement avec les équipes SHR et GEOL.

Il paraît essentiel d'accroître l'activité et la visibilité internationale compte tenu de l'intérêt stratégique des codes CHESS et HYTEC. Ceci passe par des exercices de "benchmarking" (calage) permettant de comparer ces codes hydrogéochimiques avec les équivalents internationaux. Ce travail aidera au développement d'une attractivité propre aux outils maison se démarquant de l'existant ainsi qu'à une reconnaissance internationale qui a souffert des départs de chercheurs confirmés. L'intégration de partenaires académiques au consortium aiderait à la visibilité et au développement de spécificités nouvelles. Cette piste est à envisager.



L'approche par modèles numériques appliqués aux Sciences de la Terre se traduit par des choix de revues et de conférences qui couvrent à la fois le champ des sciences informatiques et le domaine de l'hydrogéochimie. Le lien très étroit entre consortium PGT et équipe HR pourrait rendre l'avenir de l'équipe tributaire de la réussite ou de l'échec du développement du code HYTEC. Il existe un risque à terme de confondre outil (HYTEC) et équipe (HR) ; ce point est à analyser à l'échelle du Centre. HR est l'une des rares équipes nationales académiques à réussir à maintenir des codes hydrogéochimiques dans la durée, et ce malgré le départ de l'inventeur. C'est un atout majeur qui contribue à la renommée du Centre de Géosciences.

## Conclusion

- *Points forts et possibilités liés au contexte :*

- les outils développés par l'équipe HR bénéficient d'une excellente reconnaissance ;
- sa participation à l'IEED Geodénergies et à la chaire CTSC lui assure une meilleure interaction avec le monde académique et renforce son interaction avec l'industrie.

- *Points faibles et risques liés au contexte :*

Un lien trop étroit entre le consortium PGT et l'équipe risque de fragiliser cette dernière.

- *Recommandations :*

- accroître l'activité internationale, en particulier pour la comparaison des codes développés avec leurs concurrents internationaux ;
- envisager d'intégrer au consortium des partenaires académiques afin d'accroître la visibilité.



**Équipe 4 :** Systèmes hydrologiques et réservoirs (SHR)

**Nom du responsable :** M. Patrick GOBLET

**Effectif**

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	2
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	5	
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>12</b>	<b>7</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	7	
Thèses soutenues	6	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	4	
Nombre d'HDR soutenues	2	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	4	3



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

La recherche de l'équipe SHR porte sur deux thèmes principaux d'hydrologie et d'hydrogéologie: la modélisation du cycle de l'eau, et la modélisation des réservoirs profonds (géothermie et stockage du CO<sub>2</sub> notamment). Le premier thème consiste essentiellement en la mise en place d'un modèle intégré à travers le projet Eau-Dyssée débuté en 2006. Cette activité apparaît comme fortement structurée autour du programme PIREN-Seine qui consiste à développer des outils d'aide à la gestion et à la décision de la ressource en eau au sein du bassin de la Seine, en étroite collaboration notamment avec l'Agence de l'Eau. Plusieurs collaborations internes avec d'autres équipes ont vu le jour : (1) problématique axée sur les échanges nappes-rivières, lancée depuis 2008 en collaboration avec l'équipe GEOL et l'UMR 7619 Sisyphe ; (2) problématique axée sur le couplage mécanique/variables géostatistiques avec l'équipe GEOSTAT ; et (3) lancement de programmes expérimentaux avec des équipes parisiennes. Le deuxième thème (géothermie et stockage du CO<sub>2</sub>) a permis de faire des avancées sur la relation entre sismicité et fracturation hydraulique (projet européen). En terme purement scientifique, ce deuxième thème paraît en retrait par rapport au premier, bien que les membres de l'équipe aient participé à des projets européens ou des ANR concernant ce thème. Les perspectives présentées par SHR portent notamment sur la prise en compte des changements climatiques dans les modèles et insistent sur la vision multi-échelle de ceux-ci en collaboration avec l'équipe GEOSTAT, et sur les énergies décarbonées.

L'équipe montre un niveau de publication presque correct. Les 7 permanents ont publié 32 articles ACL (pas tous de rang A) sur 5 ans, soit une moyenne de 0,9 article/chercheur/an. Cependant, ce bilan est à positiver en raison de la charge d'enseignement qui pèse sur l'ensemble des membres de l'équipe, en particulier sur les jeunes chercheurs (> 200 h/an d'enseignement), alors qu'il n'y a aucun enseignant-chercheur titulaire. On déplore le très faible leadership de l'équipe, en terme d'auteurs, et le faible impact international des publications, la plupart ne portant que sur des sujets régionaux. Par ailleurs, malgré les règles en vigueur dans l'École Doctorale, au moins trois étudiants sur six ont soutenu sans avoir un article ACL en premier auteur. Cependant, une thèse menée en collaboration avec l'équipe GEOSTAT a obtenu un prix français et trois HDR ont été soutenues. Enfin, l'équipe a une ouverture internationale faible (une conférence invitée sur le quinquennal). Aucun visiteur international et aucun recrutement international n'est mentionné.

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

L'équipe "SHR" démontre une réelle volonté d'interaction avec les autres équipes du Centre. L'équipe a des collaborations régionales dans le cadre des programmes "Piren" mais très peu de collaborations internationales si ce n'est à travers quelques projets du CNES et une participation au programme SWOT. Le leadership de l'équipe s'exprime donc surtout au niveau francilien et français (études sur la Loire). L'investissement dans les projets PIREN et EAU-Dyssee accapare apparemment beaucoup les membres de l'équipe.

### Conclusion

L'interaction de l'équipe avec les autres équipes du Centre est remarquable et à poursuivre. Cependant, afin de diversifier les chantiers d'étude et de ne pas se restreindre aux bassins français, l'élargissement des collaborations vers d'autres équipes (nationales ou internationales) travaillant sur les mêmes thématiques (échanges nappes-rivières, modélisation hydrologique) est souhaitable. L'implication dans le projet spatial SWOT (Surface Water Ocean Topography, CNES-NASA) pourra sans doute répondre à cette critique à l'avenir. Les ambitions affichées dans le sens de la prise en compte du changement climatique dans les modèles demeurent encore floues en terme scientifique et ne devront pas se restreindre à des objectifs opérationnels. Ceci devrait permettre d'augmenter la visibilité internationale de l'équipe. L'équipe devrait aussi se montrer plus incisive dans la prise de responsabilité de programmes nationaux voire internationaux. La publication et la mobilité des doctorants (conférences internationales) peuvent être améliorées, mais ce n'est pas une spécificité à l'équipe.

- *Points forts et possibilités liés au contexte :*

Forte interaction avec les autres équipes du Centre.

- *Points faibles et risques liés au contexte :*

Faible ouverture internationale.



- *Recommandations :*

- l'équipe devrait se montrer plus incisive dans la prise de responsabilité de programmes nationaux et internationaux ;
- la publication et la mobilité des doctorants devraient être améliorées (mais ce n'est pas spécifique à l'équipe).

**Équipe 5 :** Géologie de l'Ingénieur et Géomécanique (GIG)

**Nom du responsable :** M. Hedi SELLAMI

**Effectif**

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	8,5	7,5
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	4 (3,5)	4
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<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)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>15,5</b>	<b>13,5</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	11,5	
Thèses soutenues	12	
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	5	4

### • Appréciations détaillées

L'équipe Géologie de l'Ingénieur et Géomécanique (GIG) résulte du regroupement déjà ancien du Laboratoire de Géotechnique et d'Exploitation du Sous-Sol et du Laboratoire de Géologie de l'Ingénieur. Cette double origine se retrouve encore dans les activités de recherche que GIG réalise. L'équipe GIG, la plus importante du Centre en enseignants-chercheurs (en 2008 :13), a vu ce nombre se réduire pour atteindre 10,5 en 2013.



## Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe GIG est reconnue internationalement, essentiellement par l'expertise qu'elle a acquise. Celle-ci est en phase avec les défis environnementaux et scientifiques actuels : comportement de géomatériaux, calculs de structure de l'espace souterrain et de l'espace naturel, interaction structure-géomatériaux, et modélisation du comportement mécanique d'interface. Les deux résultats phare obtenus par l'équipe concernent le stockage de l'énergie en souterrain et la mécanique du forage pétrolier, et sont dans la continuité des activités de l'ex-Laboratoire de Géotechnique et d'Exploitation du Sous-Sol. La production scientifique de GIG, est, au regard du nombre d'EC, insuffisante en articles publiés dans des revues avec comité de lecture de renommée internationale. Parmi les 30 articles annoncés (soit environ 6 par an), certains ne sont pas encore publiés, et d'autres sont publiés dans des revues à impact relativement faible ce qui amoindrit la reconnaissance de la qualité scientifique de la production de l'équipe. Il est urgent que les EC de cette équipe prennent le temps d'écrire afin de pallier à ce déficit. Ceci devra se faire en tenant compte des contraintes, sans doute importantes, créées par leurs contacts industriels (confidentialité, temps investi), mais s'avère nécessaire pour le développement et la reconnaissance scientifique de GIG.

## Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe GIG a une bonne réputation scientifique parmi ses pairs, associée à son potentiel important, tant au niveau expérimental qu'en modélisation numérique, ce qui lui permet d'attirer de nombreux doctorants. Le financement des doctorats est assuré soit par des fonds d'organismes français ou européens (ANR, CEE, FUI, CITEPH - Concertation pour l'Innovation Technologique dans l'Exploration Production des Hydrocarbures-), soit par des industriels. Les sujets de ces doctorats sont souvent inspirés par les activités de ces industriels. Le nombre de thèses en cours ou récemment soutenues est significatif (13) mais devrait encore pouvoir être augmenté au vu du nombre d'EC. Par ailleurs, une seule thèse a été réalisée en collaboration avec une autre équipe du Centre, ce qui met en évidence un certain cloisonnement de l'équipe. L'encadrement est de qualité mais est aussi tributaire des tâches de service des enseignants-chercheurs. Il semble que, malheureusement, certains doctorants n'ont pas assez de contacts avec le monde scientifique international, avec trop peu de participations à des congrès internationaux. Cette équipe a un rayonnement important tant en France qu'à l'étranger: elle est très active dans diverses associations scientifiques nationales ou internationales, et elle organise ou co-organise plusieurs colloques internationaux. Plusieurs de ses membres participent à des comités scientifiques, comités de lecture ou de rédaction en France ou à l'étranger.

## Conclusion

Étant donné l'intérêt et la qualité de ses recherches, GIG devrait œuvrer à accroître sa reconnaissance internationale. Même si des efforts ont été réalisés, même si des résultats intéressants existent, ces résultats pourraient encore être meilleurs: post-doctorants plus nombreux et de renom, prix scientifiques internationaux... Le principal défi que doit relever GIG pour les prochaines années est d'augmenter le nombre et la qualité de ses publications scientifiques dans des revues de renom. Elle en a la matière et les moyens humains. Reste à en avoir la volonté et à prendre le temps.

- **Points forts et possibilités liés au contexte :**
  - fortes compétences dans le domaine du forage et des sujets porteurs et d'actualité ;
  - moyens techniques de haut niveau.
- **Points faibles et risques liés au contexte :**
  - activité de publication insuffisante ;
  - manque d'interactions avec les autres équipes.
- **Recommandations :**
  - mettre en place un plan de valorisation des résultats ;
  - construire des projets avec les autres équipes.

**Équipe 6 :** Géostatistiques (GEOSTAT)

**Nom du responsable :** M. Jacques RIVOIRARD

Effectif

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	9	9
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	2,5 (2)	2,5
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
<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)		
<b>TOTAL N1 à N6</b>	<b>12,5</b>	<b>11,5</b>

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2013	Nombre au 01/01/2015
Doctorants	3.5	
Thèses soutenues	13	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité		
Nombre d'HDR soutenues	2	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	4	4

## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Personne au monde n'ignore la qualité et le travail de l'équipe « Géostatistiques » de MINES ParisTech, que ce soit en recherche fondamentale, appliquée ou en contribution aux logiciels commercialisés de géostatistique (Géovariances). De grands défis ont été - et sont encore - à relever depuis quelques années, suite au départ progressif de ceux qui ont développé leur recherche dans l'environnement direct de Georges Matheron. Cette équipe organise depuis plus de 30 ans un cycle de formation spécialisée, autofinancée, dont le public s'étend aux professionnels et chercheurs des pays émergents et des pays du Sud, et des journées de géostatistiques qui attirent des chercheurs internationaux. Elle continue à développer avec succès l'implémentation de méthodes dans les logiciels ISATIS (Géovariances), ou aujourd'hui sous forme de bibliothèque gratuite, ce qui est remarquable pour une équipe universitaire, comme cela a été mis en évidence pour l'ensemble des équipes du Centre de Géosciences. Elle intervient en estimation dans les domaines de la mine, du pétrole, de l'environnement et dans de nouveaux domaines, en partenariat très fort avec les entreprises. Ce qui apparaît important dans l'activité actuelle de l'équipe est sa recherche sur de nouvelles applications innovantes, en réponse (anticipée parfois) aux besoins des entreprises, et son support aux autres équipes du Centre dans lesquelles elle s'intègre parfaitement.

La publication et la communication scientifiques s'appuient essentiellement sur des chercheurs seniors. Au cours des 5 dernières années, l'équipe a produit 51 publications avec comité de lecture dont 29 en premier auteur, et de nombreuses sont co-signées avec des partenaires externes au Centre. Par contre, seuls 6 doctorants (sur 13) ont publié dans une revue avec comité de lecture, dont 5 en premier auteur (1/3 des diplômés). Deux HDR ont été soutenues par des chercheurs actifs depuis une trentaine d'année. 4 ouvrages ont été publiés dont 2 par du personnel aujourd'hui retraité (une réédition d'un ouvrage existant, un aide-mémoire de géostatistique). Plusieurs chercheurs ont aussi contribué à 7 chapitres d'ouvrages, ont été sollicités comme conférenciers invités (16 interventions sur 5 ans), ou ont communiqué à des colloques (117) avec ou sans publication d'abstracts. Ceci fait une moyenne d'une publication à comité de lecture par permanent et par an, mais on note que certains chercheurs n'ont qu'une publication en 5 ans, et une participation active à un congrès par an, ce qui est peu.

Les doctorants ne semblent guère impliqués dans la publication et la communication scientifiques. Cela peut être considéré comme une "lacune" dans leur cursus, en termes de formation, de production et de développement de carrière. Pour GEOSTAT, c'est une perte de dissémination de résultat, et donc de rayonnement, de visibilité.

On peut attirer l'attention de l'équipe sur un certain nombre de questions :

- l'équipe GEOSTAT se définit comme construite autour de la géostatistique et non sur un domaine d'application. En même temps, elle se présente comme un important support interne, contribuant à la plus-value globale des résultats des autres chercheurs et du Centre de Géosciences. Le choix des thématiques de développement méthodologique et du rôle à jouer dans leurs applications, en particulier quand elles sont interdisciplinaires, est crucial pour l'avenir, le rayonnement et l'attractivité de l'équipe ;
- l'articulation avec les partenaires n'est pas toujours facile à délimiter, en particulier pour ce qui permet d'avancer et de développer les thématiques scientifiques de recherche. C'est le cas par exemple avec Géovariances, une société qui industrialise le logiciel ISATIS d'estimation de gisements et avec laquelle GEOSTAT a passé une convention de partenariat pour développer des « librairies » de géostatistique ;
- la publication, qui contribue à l'évaluation de la qualité de la recherche, repose essentiellement sur des chercheurs confirmés de l'équipe « Matheron ». Il est important de capitaliser sur les jeunes chercheurs en les "exposant" internationalement à travers la publication, la mobilité, la participation à des programmes internationaux de formation et de recherche, et en leur donnant les moyens de développer leur carrière de recherche, dans le Centre ou en partenariat très fort avec lui.

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

Sans que des données quantitatives soient produites, le rayonnement de l'équipe au niveau industriel est évidemment fort. Au-delà des interventions en recherche, six professionnels stagiaires ont été accueillis dans l'équipe, ce qui montre l'importance du transfert de savoir-faire vers les entreprises. Cependant, peu d'indicateurs de résultat, de suivi ou de satisfaction des partenaires industriels ont été fournis lors de l'évaluation. Quand on travaille au niveau méthodologique en recherche fondamentale ET appliquée, le rayonnement est lié (1) à la publication, à la production de documents et aux prix obtenus, mais aussi (2) à la satisfaction des utilisateurs, à l'attractivité académique et aux programmes financés. Il apparaît que l'équipe a évalué son rayonnement sur la base des premiers éléments. Cela n'est pas suffisant pour évaluer comment accroître son attractivité et son rayonnement académiques.



Les projets de recherche sont financés par l'industrie ou par des organismes français (ANR). Si cela suffit à financer l'équipe et lui permettre d'obtenir d'excellents résultats, il est étonnant que le partenariat ne soit pas plus fort avec les institutions européennes ou étrangères, que ce soit au niveau méthodologique ou appliqué. Les partenariats proches mentionnés semblent relativement récents, et l'équipe n'insiste pas sur les "vieux" partenariats et les actions conjointes, de telle sorte qu'il est difficile de les appréhender.

L'équipe, qui totalise 9 scientifiques permanents dont 4 ont obtenu l'HDR, a accueilli et diplômé de nombreux doctorants. Elle accueille aujourd'hui 4 doctorants dont 2 CIFRE, 1 post-doctorant et 1 M2, ce qui n'est pas beaucoup pour une institution de cette renommée (1 chercheur pour 2 scientifiques permanents). La mobilité « IN » comme la mobilité « OUT » sont réduites, et la co-tutelle de thèse entre institutions ne semble pas développée.

L'équipe ne communique pas assez sur son caractère international. Elle doit renouveler et appuyer son image et son attractivité pour les chercheurs, autant qu'elle le fait pour l'entreprise.

Pour ce qui est de l'attractivité et de la qualité scientifique, l'attention est attirée sur le fait que :

- la production scientifique en GEOSTAT repose essentiellement sur les chercheurs seniors, voire retraités. Il est fondamental de développer la publication et la communication des jeunes et d'y attribuer les moyens nécessaires (formation, incitation, participation à des congrès). Une piste est de contribuer à des projets collaboratifs internationaux ;
- la mobilité de recherche entrante, doctorale, mais aussi post-doctorale, de même que l'invitation de chercheurs seniors (sabbatique) doit être développée, car elle apporte des compétences, du rayonnement, de la publication et de la collaboration pérenne. L'équipe n'a pas épuisé son potentiel d'encadrement et pourrait aller jusqu'à un chercheur pour un « encadré » ;
- pour les mêmes raisons, il est important de développer la mobilité sortante : exposition internationale, développement des réseaux, co-publication ;
- pour le rayonnement et l'attractivité académiques, il faut s'appuyer sur les programmes européens pour la recherche, non seulement pour être financé, mais aussi pour recruter le plus tôt possible des chercheurs de talent. Il est étonnant qu'il n'y ait aucun projet Marie Curie (ITN, IXF) ou Erasmus Mundus dans lesquels l'équipe s'inscrit. Elle devrait même pouvoir piloter le développement de projets de ce type; son partenariat industriel est un atout certain.

## Conclusion

En conclusion, il semble que l'équipe de GEOSTAT doive adapter son fonctionnement à ses ambitions et sa stratégie de recherche, en réfléchissant à ses engagements internes et externes et à la plus-value de ses recherches et actions, et en s'internationalisant davantage dans certains aspects (financement, recrutement temporaire, réseautage) pour bénéficier autant de l'apport des autres que de son dynamisme interne.

- *Points forts et possibilités liés au contexte*

Une équipe dont les travaux ont une renommée internationale incontestable.

- *Points faibles et risques liés au contexte*

La recherche ne repose pas assez sur les jeunes chercheurs et doctorants.

- *Recommandations*

- veiller à ne pas se laisser absorber par les actions de recherche contractuelle, et publier ce qui peut l'être ;
- clarifier et évaluer régulièrement les objectifs et les rôles croisés des institutions au regard des objectifs stratégiques ;
- mobilité entrante et sortante à améliorer ;
- poursuivre l'objectif de recherche de partenaires de développement méthodologique, ce qui conduira à publier et fédérer aux niveaux national et international.



## 5 • Déroulement de la visite

### Dates de la visite

**Début :** 11 novembre 2013 à 20h

**Fin :** 13 novembre 2013 à 16h

**Lieu de la visite :** Centre de géoscience ; École des Mines de Paris, Fontainebleau

**Locaux spécifiques visités :** Plates-formes expérimentales du site

### Déroulement et programme de visite

#### Introduction

8h00 : Accueil (déroulement de la journée, objectifs, modalités...)

#### Présentations générales

08h30 - 08h50 : Introduction par le directeur de la recherche de MINES ParisTech

08h50 - 09h15 : Présentation du centre et bilan de la période écoulée (directeur du centre)

09h15 - 09h30 : Discussion / questions sur les 2 premières présentations

#### Présentations des équipes

09h30 - 10h00 : Bilan et perspectives (équipe 1, par le resp. équipe)

10h00 - 10h30 : Bilan et perspectives (équipe 2, par le resp. équipe)

10h30 - 11h00 : Pause

11h00 - 11h30 : Bilan et perspectives (équipe 3, par le resp. équipe)

11h30 - 12h00 : Bilan et perspectives (équipe 4, par le resp. équipe)

12h00 - 14h00 : Déjeuner

14h00 - 14h30 : Bilan et perspectives (équipe 5, par le resp. équipe)

14h30 - 15h00 : Bilan et perspectives (équipe 6, par une représentante du resp. équipe)

15h00 - 15h30 : Perspectives du centre (par le directeur adjoint)

15h30 - 16h00 : Pause

#### Ateliers

16h00 - 16h30 : Atelier 1/5

16h30 - 17h00 : Atelier 2/5

#### Journée 2

08h30 - 09h00 : Atelier 3/5

09h00 - 09h30 : Atelier 4/5

09h30 - 10h00 : Atelier 5/5

10h00 - 10h30 : Pause

#### Rencontres

10h30 - 12h00 : Rencontre avec les représentants du personnel

12h00 - 14h00 : Déjeuner



### Bilan

14h00 - 15h00 :	rencontre avec les tutelles et l'équipe de direction
15h00 - 16h30 :	rencontre à huis-clos du comité d'experts
16h30 - 17h30 :	premier retour du comité d'experts

### Points particuliers à mentionner

- visite parfaitement organisée ;
- documents de très bonne qualité ;
- timing respecté ;
- très bon état d'esprit général.



## 6 • Observations générales des tutelles



LE DIRECTEUR

Paris, le 06 mai 2014

## Evaluation de l'unité de recherche : Centre de Géosciences

Nous nous félicitons de l'appréciation du comité qui considère que le Centre de Géosciences est aujourd'hui « *un centre d'excellence de renommée mondiale* » qui « *occupe une place unique dans le paysage scientifique français, en raison de ses relations fortes avec les grands groupes industriels du secteur des géosciences, nationaux et internationaux* », et qui nous encourage à « *avoir une politique internationale ambitieuse et assurer pleinement son (notre) rôle de leader national en terme de synthèse entre industrie et recherche* ». Dans ce cadre, le comité recommande deux actions majeures. D'une part une réduction de l'hétérogénéité entre équipes en termes de publications et plus généralement une amélioration de leur visibilité en ciblant des revues internationales prestigieuses. D'autre part un encadrement plus resserré des doctorants et l'application plus rigoureuse des règles de publications associées à la soutenance d'une thèse. Les équipes travaillent dès maintenant à l'amélioration de leurs performances sur ces deux axes.

La direction de l'Ecole est consciente du fait que certaines équipes nécessitent des recrutements, soit pour les renforcer, soit pour anticiper des vagues de départ à la retraite. Elle fera tout son possible pour accompagner l'unité dans son renouvellement. L'unité dispose elle-même d'un levier d'action par la possibilité de recrutements sur statut Armines. L'Ecole ne fait en effet pas de distinction entre personnels fonctionnaires titulaires du ministère en charge de l'industrie, contractuels de l'établissement public à caractère administratif, ou encore salariés de l'association Armines : tous sont considérés comme des enseignants-chercheurs au même titre, à tel point que certains personnels en arrivent à parler d'Armines comme d'une « tutelle », alors que le rôle de l'association, défini dans le cadre de la convention qui la lie à l'Ecole, est de porter et gérer l'activité de recherche contractuelle des centres de l'Ecole.

Concernant le projet, le comité reconnaît sa qualité scientifique ainsi que la pertinence de la stratégie et de la gouvernance mises en place pour poursuivre le développement de l'unité, en mettant l'accent sur le choix du maintien de la triple compétence terrain-laboratoire-modélisation et la poursuite du développement, de la diffusion et du maintien sur le long terme de logiciels opérationnels. Nous avons été sensibles à la recommandation du comité de visiter de mettre en place un conseil scientifique avec une forte représentation extérieure pour accompagner l'unité dans sa démarche ; sa mise en place, avec des experts internationaux, est en cours.

[www.mines-paristech.fr](http://www.mines-paristech.fr)  
[www.mines-paristech.eu](http://www.mines-paristech.eu)

---

MINES ParisTech  
60, boulevard Saint-Michel - 75272 Paris Cedex 06 - France  
romain.soubeyran@mines-paristech.fr  
T. (+33) 1 40 51 90 14 / 94 43 - F. (+33) 1 40 51 90 25

Au-delà de ces commentaires généraux, nous souhaitons apporter les précisions suivantes concernant certaines équipes :

- pour l'équipe *Géologie*, le comité de visite s'interroge sur la faisabilité des approches paléoclimatiques dans les séries continentales. L'équipe dispose de premiers résultats d'approches combinant données paléohydrologiques et paléosols (échelle de temps en ka) qui viennent enrichir les reconstitutions à partir de fossiles (thèses Held, 2011 et Gillot en cours), résultats qui nous paraissent très prometteurs ;
- pour l'équipe *Systèmes hydrologiques et réservoirs*, le comité de visite estime que son investissement sous forme de prise de responsabilité de programmes nationaux et internationaux devrait être développé. L'équipe souhaite rappeler que ses membres ont la responsabilité de trois axes thématiques au sein du PIREN Seine, d'un axe thématique à la FIRE, et sont responsables de plusieurs tâches dans deux nouveaux projets du PIA sur la géothermie profonde ;
- l'équipe *Géologie de l'ingénieur et géomécanique* souhaite attirer l'attention sur le fait qu'en complément des publications, elle a déposé durant la période d'évaluation 4 brevets de dimension internationale dont 3 avec accords d'exploitation avec des industriels, et qu'une de ses doctorantes a obtenu en 2012 le prix Pierre Londe de la meilleure thèse en Mécanique des Roches du Comité Français de Mécanique des Roches ;
- enfin le comité de visite s'inquiète de la pyramide des âges de l'équipe Géostatistique, et d'une production scientifique essentiellement portée par des cadres confirmés, anciens élèves de G. Matheron. Nous souhaitons préciser que l'équipe a été renforcée en 2009 avec deux jeunes chercheurs qui ont fait tous les deux un séjour de 6 mois à l'étranger (université de Stanford aux USA et Géovariance en Australie). Ces deux jeunes enseignants-chercheurs sont fortement sollicités pour renouveler la thématique Géostatistique. Par ailleurs, d'autres recrutements sont prévus à court terme.

Pour conclure, nous tenons à remercier vivement les membres du comité de visite de l'excellent esprit dans lequel s'est déroulée la visite et de la pertinence de l'analyse de notre unité, analyse qui va nous permettre d'améliorer et affiner son projet de développement.



Romain SOUBEYRAN

Directeur