



**HAL**  
open science

## LG-ENS - Laboratoire de géologie de l'École Normale Supérieure

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. LG-ENS - Laboratoire de géologie de l'École Normale Supérieure. 2013, École normale supérieure - ENS, Centre national de la recherche scientifique - CNRS. hceres-02031955

**HAL Id: hceres-02031955**

**<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02031955>**

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

Evaluation de l'AERES sur l'unité :

Laboratoire de Géologie de l'ENS

ENS - Géologie

sous tutelle des

établissements et organismes :

Ecole Normale Supérieure de Paris

Centre National de la Recherche Scientifique



Octobre 2012



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

Section des Unités de recherche

Le Président de l'AERES

**Didier Houssin**

Section des Unités  
de recherche

*Le Directeur*

**Pierre Glaudes**



# Notation

À l'issue des visites de la campagne d'évaluation 2012-2013, les présidents des comités d'experts, réunis par groupes disciplinaires, ont procédé à la notation des unités de recherche relevant de leur groupe (et, le cas échéant, des équipes internes de ces unités). Cette notation (A+, A, B, C) a porté sur chacun des six critères définis par l'AERES.

NN (non noté) associé à un critère indique que celui-ci est sans objet pour le cas particulier de cette unité ou de cette équipe.

- Critère 1 - C1 : Production et qualité scientifiques ;
- Critère 2 - C2 : Rayonnement et attractivité académique ;
- Critère 3 - C3 : Interaction avec l'environnement social, économique et culturel ;
- Critère 4 - C4 : Organisation et vie de l'unité (ou de l'équipe) ;
- Critère 5 - C5 : Implication dans la formation par la recherche ;
- Critère 6 - C6 : Stratégie et projet à cinq ans.

Dans le cadre de cette notation, l'unité de recherche concernée par ce rapport a obtenu les notes suivantes :

- Notation de l'unité : **Laboratoire de Géologie de l'ENS**

C1	C2	C3	C4	C5	C6
A+	A+	A	B	A+	A



# Rapport d'évaluation

Nom de l'unité : Laboratoire de Géologie de l'ENS

Acronyme de l'unité : ENS-Géologie

Label demandé :

N° actuel :

Nom du directeur  
(2012-2013) : M. Christian CHOPIN

Nom du porteur de projet  
(2014-2018) : M. Christophe VIGNY

## Membres du comité d'experts

Président : M. Jean Marc MONTEL, Ecole Nationale Supérieure de Géologie,  
Université de Lorraine

Experts :

- M. Jannick INGRIN, Université de Lille
- M. Laurent JOLIVET, Université d'Orléans
- M. Frans JORISSEN, Université d'Angers/Nantes
- M. Michel KASSER, Ecole d'ingénieurs d'Yverdon, Suisse
- M. Didier MARQUER, Université de Besançon
- M<sup>me</sup> Anne PAUL, Université de Grenoble
- M<sup>me</sup> Andrea TOMMASI, Université de Montpellier

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Jean Luc BOUCHEZ

Représentants des établissements et organismes tutelles de l'unité :

- M. Andrei CONSTANTINESCU, chargé de mission auprès de l'INSIS
- M. Yves GULDNER, directeur scientifique de l'École Normale Supérieure
- M<sup>me</sup> Marcia MAIA, représentante de l'INSU
- M. Marc MEZARD, directeur de l'ENS



## 1 • Introduction

### Historique et localisation géographique de l'unité

Le Laboratoire de Géologie de l'ENS dépend de deux tutelles : c'est l'une des deux composantes du Département Géosciences de l'ENS, avec la partie ENS du Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD), il dépend aussi du CNRS, principalement l'INSU mais également l'INSIS pour la partie mécanique.

Il s'agit d'un laboratoire de taille moyenne: environ 70 personnes, avec 25 chercheurs et enseignants-chercheurs, 10 agents techniques et administratifs, 28 doctorants et 6 post-docs. Le budget hors salaire des permanents, et hors infrastructures du laboratoire atteint 1,6 M€ pour l'exercice 2011. L'essentiel provient des ressources propres du laboratoire, au travers de contrats ANR pour lesquels le laboratoire a eu de grands succès (9 comme coordinateur, 9 comme participant), de contrats européens (6 comme participant) et également le développement de l'activité liée à des contrats industriels (60 % du budget 2011) qui ont permis au laboratoire de maintenir un très haut niveau d'équipement.

Le personnel chercheur a été très fortement renouvelé (10 arrivées, 14 départs), avec des départs majeurs mais également des arrivées de grande qualité. Il s'agit de l'une des particularités du laboratoire: les jeunes chercheurs, brillants, sont rapidement attirés par des promotions à l'extérieur du laboratoire, mais celui-ci est suffisamment attractif pour attirer et recruter de nouveaux talents. Cet effet d'essaimage est pleinement assumé par le laboratoire. Une opération très importante est en cours : le recrutement d'Éric Calais, sur le poste libéré par Raul Madariaga.

Quelques postes d'ITA-BIATSS ont été perdus, ce qui ne remet pas en cause le fonctionnement de l'unité, correctement doté par rapport à d'autres centres. Le comité considère cependant qu'a été atteint un plancher en-dessous duquel il serait dangereux de descendre.

L'unité occupe des locaux dont l'état est très variable, parfois très correct, mais parfois indigne d'un établissement de ce rang. L'organisation géométrique n'est pas très adaptée au type de travaux qui sont menés actuellement. Un programme de rénovation important est prévu à court terme. Sa réalisation technique et les perturbations qu'elles peuvent apporter au travail scientifique suscitent des inquiétudes légitimes.

### Suivi des dernières recommandations de l'AERES

Lors de l'évaluation précédente (en 2009), le comité, dont le président de la présente mission faisait partie, a rendu un avis très positif sur le laboratoire, et lui avait recommandé de s'intégrer à une structure plus vaste. Les bouleversements de l'organisation de la recherche française, intervenus immédiatement après la visite du comité, et en particulier la dynamique créée par l'opération Grand Emprunt, ont rendu caduque cette recommandation quasiment immédiatement. Les grands pôles parisiens de géoscience (Paris VI, IPGP, Orsay et ENS) se sont en effet à cette occasion dispersés dans 4 projets d>IDEX différents, rendant sans objet un rapprochement du Laboratoire de Géologie de l'ENS avec une autre structure. Ce point a été discuté à nouveau au cours de la présente évaluation.



Équipe de Direction

M. Christian CHOPIN et M. Christophe VIGNY

Nomenclature AERES

ST3 Sciences de la terre et de l'univers

Effectifs de l'unité : 64 (au 30 juin 2012)

Effectifs	2008-2011* Nombre	2013-2017** Nombre	2013-2017 Nombre de produisants du projet **
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs	5	5	5
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC	15	14	14
<b>N3</b> : Autres enseignants-chercheurs et chercheurs	4	4	4
<b>N4</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs titulaires*	9 (8)	8	
<b>N5</b> : Ingénieurs, techniciens et personnels administratifs non titulaires*	2		
<b>N6</b> : Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	15		
<b>N7</b> : Doctorants	27		
<b>N8</b> : Thèses soutenues	29		
<b>N9</b> : Nombre d'HDR soutenues	2		
<b>N10</b> : Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	12	15	
<b>TOTAL N1 à N7</b>	77	31	23

- au 30/06/2012 \*\* à partir du 1/01/2014

Taux de producteurs	100 %
---------------------	-------



## 2 • Appréciation sur l'unité

### Points forts et possibilités liées au contexte

- La production scientifique de l'unité est de haut niveau en quantité et en qualité ;
- L'unité montre une grande ouverture nationale et internationale ;
- Le rôle national de l'unité dans la formation de jeunes chercheurs est assumé ;
- L'unité fait preuve d'une très forte implication dans la formation doctorale ;
- L'ambiance de travail dans le laboratoire est très bonne.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

- La force de deux thématiques (géodésie et mécanique) ne doit pas conduire, par simple différentiel de dynamisme, à la disparition de la géologie, au sens de l'observation des objets naturels et d'analyse des processus géologiques et de leur évolution sur le long terme (plusieurs millions d'années). Le laboratoire a une mission nationale de formation des élites scientifiques, et la géologie française ne peut se passer de l'École Normale Supérieure ;
- Pour éviter que l'écart entre les thématiques de recherche du laboratoire et les matières enseignées ne se creuse, les relations entre le laboratoire et le département doivent être intensifiées, en particulier en professionnalisant le fonctionnement (définition claire des missions, procédures, calendrier, comptes rendus, etc...). Les tâches des enseignants-chercheurs doivent être définies en commun accord par le département et le laboratoire ;
- La construction de liens scientifiques avec le LMD est loin d'être acquise et reste une gageure scientifique. L'effort doit se poursuivre ;
- Le laboratoire a obtenu de grands succès scientifiques en recherche finalisée et appliquée. Le laboratoire ou l'établissement devrait s'interroger sur la nécessité de mettre en place une structure d'appui pour accompagner ces activités. Le montage et le suivi administratif des contrats peuvent être très chronophages, un soutien des tutelles serait apprécié ;
- Le laboratoire est faiblement impliqué dans des actions de communication vers le grand public ou vers ses partenaires naturels (lycées). Le laboratoire ou l'établissement devrait s'interroger sur l'opportunité de mettre en place une structure pour ce genre d'action.

### Recommandations

- Sans perdre les avantages d'une gestion "familiale" du laboratoire, il paraît nécessaire de professionnaliser cette gestion pour ses aspects administratifs et politiques: conseil de laboratoire mieux utilisé, comptes-rendus de réunions rédigés et diffusés, calendriers et procédures partagés, suivi des carrières des chercheurs jusqu'à la soutenance de l'HDR, missions des ITA et BIATSS formalisées. A noter qu'il suffit souvent simplement de consolider et de capitaliser les bonnes pratiques existantes ;
- L'intégration du professeur récemment recruté doit être réussie. Il ne faut pas considérer qu'elle se fera naturellement ni espérer qu'elle résoudra tout ;
- Le comité recommande à l'unité de ne s'engager que dans un nombre limité de superstructures (IDEX OSU) plus ou moins scientifiques, en particulier parisiennes, sur la base d'un vrai désir du laboratoire, et uniquement si un progrès concret et manifeste pour l'activité scientifique du laboratoire est démontré.





### Les recommandations aux tutelles sont

- Les projets de chaires PSL (2 ans) sont trop courts pour attirer de vrais leaders et développer des projets expérimentaux ou d'observation. Ils ne semblent pas en mesure de répondre aux besoins. Les tutelles peuvent-elles envisager d'augmenter la durée des chaires PSL, au moins dans les cas de projets expérimentaux ou d'observation de longue durée ?
- Le réaménagement prochain des locaux est une bonne nouvelle, car ceux-ci ne sont pas dignes d'un établissement de la stature de l'ENS, ni d'ailleurs d'un établissement d'enseignement supérieur d'un pays développé. Il importe d'accompagner le laboratoire et ses personnels pour en préserver l'activité scientifique, en particulier celle des doctorants ;
- Le comité n'est pas convaincu de l'intérêt d'une participation du laboratoire à l'OSU Ecce Terra. La tutelle concernée par l'introduction de cet OSU Ecce peut-elle en démontrer le bénéfice pour cette petite unité ;
- L'École Normale Supérieure est un établissement unique, qui a une mission particulière de formation des élites scientifiques. Dans le domaine des Sciences de la Terre, l'unité ENS-Géologie assume cette mission qui se traduit en particulier par un essaimage important qui profite à la communauté nationale, mais qui, pour l'unité, revient à une évaporation. Il serait bon que cette mission soit mieux reconnue par la tutelle concernée, en particulier, par un fléchage plus systématique destiné à compenser cette évaporation.



### 3 • Appréciations détaillées

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

Avec 50 à 75 publications par an, mais également 2 brevets et 29 thèses en 4,5 ans (2008-juin 2012 : cf. tableau; et 38 thèses de janvier 2007 à juin 2012), la production du laboratoire est élevée (2,8 publications par an et par chercheur). Elle est remarquable en qualité, avec la plupart des publications dans des revues de premier plan : 7 publications à Science ou Nature, de nombreux articles dans JGR ou EPSL. Elles ont un impact significatif : 2500 citations par an au total. Il faut noter que les 2/3 des citations sont cosignées par des chercheurs étrangers. C'est l'une des spécificités du laboratoire : une ouverture exceptionnelle avec de très nombreuses collaborations extérieures productives.

#### Principaux résultats scientifiques

L'activité scientifique du laboratoire était organisée en 5 thèmes scientifiques. L'évaluation ne reprend que partiellement cette structure.

##### - Faille et aléas sismiques

La stratégie du laboratoire d'associer observations multiparamètres (géodésie, sismologie) dans la durée, et modélisation, a trouvé un premier aboutissement pendant ce quadriennal avec les résultats de tout premier plan obtenus sur le séisme de Maule (Chili). Ce succès résulte du choix fait depuis deux décennies de se donner les moyens de maîtriser les outils de mesure disponibles aux meilleurs niveaux possibles afin de compléter les observations de déformations géométriques à caractère géologique (très long terme) et sismique (très court terme). Une politique de mesure remarquablement bien pensée combinant exploitation des stations GNSS permanentes existantes et observations sur les stations propres de l'ENS, permanentes ou réseaux de réitération, a permis des éclairages tout à fait nouveaux sur le couplage et le cycle sismique concernant la subduction chilienne. Ces résultats sont encore loin d'avoir encore livré toutes leurs richesses. L'interférométrie radar est elle aussi bien maîtrisée dans le laboratoire. On peut notamment citer les résultats spectaculaires obtenus sur le glissement lent du MHT sous le Haut Himalaya au Népal dans des conditions (variations d'altitude, végétation) pourtant très peu propices à l'interférométrie. Les efforts consentis sur l'observation géodésique et sismologique à Corinthe commencent à porter leurs fruits. Le passage à la modélisation mécanique pour mieux comprendre les processus est aujourd'hui possible. Enfin, la démonstration de la relation de cause à effet entre le méga-séisme d'Aceh de 2004 et les grands séismes décrochants intra-océaniques de 2012 dans l'Océan Indien est un autre succès à mettre au bilan de la collaboration efficace entre les spécialistes de géodynamique, de géodésie et de modélisation mécanique qui constituent le laboratoire.

La seule réserve que l'on puisse faire actuellement vis-à-vis de cette expertise de très haut niveau en géodésie est qu'aucun chercheur ne semble avoir commencé à s'approprier la technique de la corrélation diachronique d'images, et c'est en ce sens qu'une recommandation peut être adressée.

Les liens avec l'Observatoire de Paris relatifs à l'impact des phénomènes géophysiques sur la rotation de la Terre méritent d'être encouragés, en particulier parce que ce champ de recherches permet une approche conjointe avec l'équipe du LMD rattachée à l'ENS, situation suffisamment rare pour être mise en avant. Dans ce registre, il convient d'encourager la future « équipe B » à explorer, là encore avec le LMD, les possibilités d'améliorations des interférogrammes radar dans le domaine des artefacts troposphériques en exploitant la tomographie parfois relativement dense que l'on peut espérer obtenir de la troposphère dans les zones voisines des stations GNSS permanentes.

Enfin, le comité soutient la volonté du laboratoire de conserver une compétence en sismologie de la source après le départ de R. Madariaga. Dans cet environnement alliant géodésiens, mécaniciens et expérimentalistes autour de l'étude des mécanismes des grands (Chili) ou petits (Corinthe) séismes, l'absence d'un(e) spécialiste en sismologie de la source serait grandement préjudiciable.



### - Mécanique des roches

La mécanique des roches est un axe fort de la recherche dans le Laboratoire de Géologie de l'ENS. Lors du quadriennal qui se finit, ces travaux, qui ont comme point commun l'expérimentation, ont été développés dans le cadre de trois thèmes de recherche: "failles et aléa sismique", "ressources, stockage et développement durable", et "couplage rhéologique". Des résultats marquants, qui découlent des développements instrumentaux novateurs réalisés par ce groupe, ont été obtenus. Parmi ces résultats, il faut souligner la mise en évidence de propagation de fractures à des vitesses supersoniques, qui a des implications directes pour notre compréhension de la déformation cosismique. Un autre résultat important concerne les couplages entre glissement frictionnel rapide et réactions de déshydratation le long des plans de faille. En effet, les travaux dans le laboratoire de pétrophysique montrent que ces réactions, induites par l'échauffement visqueux, contrôlent la diffusion de la chaleur et les pressions de fluide au voisinage du plan, pouvant avoir un rôle fondamental sur le cycle sismique. Ces travaux ouvrent la porte à des recherches nouvelles sur le rôle des transitions de phase sur la sismicité profonde dans la Terre qui seront développées lors du prochain quinquennal dans le cadre d'une ANR Jeunes Chercheurs avec des collaborations internationales de premier plan.

L'instrumentation de pointe développée dans ce laboratoire, qui permet de mesurer des vitesses sismiques pendant la déformation, a aussi permis des études novatrices dans des domaines appliqués comme l'endommagement des verres en compression et son effet sur leur perméabilité, et comme l'utilisation de mesures sismiques pour surveiller la compaction des roches poreuses. Ici aussi les résultats obtenus pendant ce quadriennal conduisent à pousser encore plus loin les développements instrumentaux pour la mesure de propriétés élastiques des roches. Les nouveaux développements visent la réalisation de ces mesures à des fréquences intermédiaires entre les vitesses ultrasoniques traditionnellement mesurées en laboratoire et celles utilisées dans les sondages sismiques. Ces travaux visant à remplir cette lacune afin de mieux quantifier la dépendance en fréquence des propriétés élastiques, en particulier l'atténuation, sont à la pointe de la recherche mondiale dans ce domaine.

L'excellence de la recherche réalisée dans le domaine de la physique des roches dans le Laboratoire de Géologie de l'ENS est attestée par le nombre important de publications dans des revues de premier plan, le succès dans l'obtention de financements aussi bien publics que privés, et les distinctions obtenues par des membres du groupe (AGU Outstanding Student Paper et prix de thèse CNFGG ; EGU student poster award ; médaille L. Néel). Elle l'est aussi par l'important réseau de collaborations internationales et nationales. L'organisation du Laboratoire pour le prochain quadriennal en deux équipes définies autour de leurs outils de travail (la plate-forme expérimentale dans le cas de ce groupe) doit permettre aux thèmes de recherche cités ci-dessus de se développer pleinement. Dans ce cadre, et ayant en vue les nombreux projets impliquant des développements expérimentaux lourds, la demande mise en avant dans le projet d'un IE affecté à cette plate-forme se justifie pleinement.

### - Chaînes de montagnes et bassins

Comprendre les mécanismes de déformation de la lithosphère requiert de s'intéresser tout autant aux effets à court terme qu'aux effets à long terme. Dans la rhéologie à l'échelle des plaques ou des objets géologiques de grande dimension, comme les chaînes de montagnes, les effets à long terme, de durée géologique, mettent en jeu des mécanismes que la géodésie spatiale ou la sismo-tectonique ne peuvent pas observer; le rôle des géologues est alors majeur. Le groupe de l'ENS a obtenu sur ces questions des résultats marquants au cours de la période, confirmant qu'il est un des plus originaux en France. Les résultats obtenus ont été très bien publiés dans d'excellentes revues internationales.

Une des spécialités du groupe est d'associer les différentes constantes de temps. On retiendra quatre résultats scientifiques majeurs de ce point de vue. Le fort séisme du Sichuan de 2008 a surpris la plupart des observateurs parce que cette zone ne montre pas de forts gradients de vitesse tels que mesurés par GPS. Les travaux du groupe montrent que cette faille très lente réactive en fait une zone dont l'histoire tectonique est longue et complexe depuis le Mésozoïque mettant ainsi en avant un comportement original pour une faille très dangereuse. La faille d'Owen, qui limite la plaque Arabie à l'Est, a par ailleurs été décrite dans le détail grâce à trois campagnes à la mer. Le jeu dextre de cette faille au cours de la période récente est maintenant avéré et quantifié. De l'autre côté de l'Océan Indien la déformation intraplaque au Sud de Sumatra est très importante comme les travaux de l'ENS l'avaient montré il y a une vingtaine d'années puis au cours du quadriennal précédent. Il a été montré que les séismes décrochants récents dans la plaque subduite sont une conséquence décalée dans le temps du grand séisme de Sumatra en 2004. Finalement, un nouveau modèle de la déformation actuelle et récente de la région égéenne a été proposé à partir des données GPS. Il s'agit sans aucun doute du meilleur modèle disponible sur la région : il permet de discuter les questions de rupture et de déchirure du panneau plongeant africain.



La mécanique des processus tectoniques est d'autre part une préoccupation majeure de l'équipe. Une nouvelle vision très originale des prismes d'accrétion associe une approche analogique et une approche mécanique semi-analytique permettant de prendre en compte les forces en jeu et non plus seulement la cinématique des failles et des plis.

Une autre spécialité de ce laboratoire est l'exploration d'objets géologiques lointains et difficiles d'accès comme la chaîne de Lengguru en Papouasie, beaucoup mieux connue aujourd'hui grâce aux travaux développés dans l'équipe en collaboration avec Total. Des travaux menés dans le cadre deux Groupements de Recherche (GRI) avec Total ont permis de revisiter l'histoire du rifting de la Mer de Chine méridionale grâce à des données de sismique pétrolière de très grande qualité, et de revisiter l'évolution tectonique et sédimentaire de la rive sud de la Méditerranée orientale. Cette stratégie de coopération avec une compagnie pétrolière permet d'obtenir des données de grande qualité qui seraient inaccessibles autrement.

#### - Ressources, stockage et développement durable

La partie supérieure de la lithosphère est considérée dans cette thématique comme une interface majeure capable d'échanges et de rétention de fluides entre des réservoirs très diversifiés tels que l'atmosphère, la biosphère, l'hydrosphère et la lithosphère. La définition des caractéristiques physico-chimiques des réservoirs géologiques et les cinétiques d'échange sont des axes de recherche qui ont été privilégiés ces dernières années. L'accent est mis sur trois différents types de fluides qui contribuent à nos ressources vitales ou énergétiques telles que l'eau, les hydrocarbures ou l'hydrogène.

Au cours de ces quatre dernières années, les résultats majeurs suivants sont à souligner :

- La quantification expérimentale de la production d'hydrogène et l'évaluation de la cinétique de réaction par modélisation thermo-chimique lors des processus de serpentinisation ;
- La détermination des processus responsables de l'initiation et de la propagation de la compaction des roches par expérimentation au laboratoire des propriétés élastiques dans des milieux poreux différents (carbonates, grès, basaltes). La détermination des conditions de fissuration dans des verres en compression avec des applications sur les stockages de déchets radioactifs en terme de variations de porosité/perméabilité ;
- La modélisation de la géométrie, de la perméabilité et de l'écoulement dans les milieux fracturés par des mesures de sismique réfraction et de comparaison des ondes élastiques à l'échelle des réservoirs aquifères.

Enfin, en marge des résultats énoncés ci-dessus, une nouvelle problématique est initiée, qui s'intéresse aux interactions physico-chimiques et biologiques à l'interface entre les matériaux argileux et le monde vivant.

Dans ce thème, 18 chercheurs et doctorants sont actifs et responsables de 31 publications de haut niveau scientifique international depuis 2007. On note de nombreuses collaborations nationales et internationales, ainsi qu'une politique de soutien des recherches au travers de sources de financement diversifiées, publiques et privées. Les nouveaux résultats de cette thématique axée sur la quantification des ressources naturelles et la faisabilité des stockages géologiques, auront des retombées et des intérêts socio-économiques majeurs pour les acteurs et les partenaires académiques et privés.

#### - Carbones naturels et anthropiques, géoarchéologie

Ces thèmes pourraient paraître "mineurs" au sein du laboratoire de géologie de l'ENS, mais ils montrent l'originalité et l'inventivité de ce laboratoire ainsi que sa grande ouverture disciplinaire.

Le thème "carbones naturels et anthropiques" témoigne du caractère incontournable de l'ENS dans les études à l'échelle nanométrique des différentes formes de carbone qu'elles soient d'origine anthropique (graphite nucléaire, synthèse de diamants, suies) ou naturelle (météorites, matière organique primitive). La production scientifique de ce thème est remarquable, tant par la quantité (plus de 35 publications, 2 thèses), la qualité des journaux dans lesquels les résultats ont été publiés, que par la diversité des coopérations impliquées. Parmi les résultats marquants il faut mettre en avant :

- l'identification de l'histoire métamorphique des achondrites primitives et des urélites à partir de l'étude de l'évolution des phases carbonées à l'échelle submicronique ;
- la caractérisation des processus d'irradiation du graphite nucléaire débouchant sur un procédé de décontamination des barres de graphite. Ce dernier résultat démontre le caractère très innovant de cette thématique alliant recherche fondamentale de haut niveau et recherche finalisée de qualité.



Les compétences développées autour de la thématique carbone, notamment en microscopie électronique en transmission et en spectroscopie Raman, ont eu des retombées importantes pour d'autres thématiques du laboratoire, par exemple pour l'étude à l'échelle microscopique des mécanismes de friction induite sur les failles lors de séismes.

Le thème "Géoarchéologie" comporte un volet archéologie et un volet paléontologie/climatologie. Le premier volet est développé en collaboration avec plusieurs laboratoires d'archéologie et porte sur l'histoire du fonctionnement des édifices dédiés à l'eau durant la période romaine. L'étude pétrologique des matériaux de construction utilisés a permis de remonter à leur provenance tandis que l'étude géochimique et pétrophysique des concrétions calcaires développées dans le réseau d'adduction a permis de caractériser leurs conditions d'utilisation (provenance de l'eau, condition climatique, travaux d'adduction réalisés). La production scientifique liée à cette étude est encore modeste, mais il s'agit d'une thématique en devenir. Elle est en train de prendre une ampleur nouvelle avec le développement de l'étude de l'archéo-sismicité de la faille Est-Anatolienne au travers de l'étude des concrétions de l'aqueduc d'Antioche-sur-Oronte. Cette étude devrait se poursuivre au cours d'une thèse à venir. Le second volet porte sur une étude en collaboration avec le laboratoire de paléontologie du Muséum d'Histoire Naturel focalisé sur l'étude géochimique et la datation à l'aide du magnétisme de spéléothèmes provenant de grottes habitées par l'homme. Le suivi de l'évolution du climat, étudié en parallèle à celui des conditions d'occupation de la grotte, permet d'étudier l'adaptation de l'homme aux changements climatiques. Cette étude a permis de rajeunir la datation de l'inversion Brunhes-Matuyama de 7000 ans. La richesse de l'approche interdisciplinaire développée par le laboratoire de Géologie de l'ENS au travers du thème "Géoarchéologie" est remarquable et témoigne d'une grande créativité de la part des chercheurs impliqués. Ce caractère interdisciplinaire a largement contribué à la formation de jeunes chercheurs /chercheuses non seulement en Sciences de l'Univers mais aussi dans d'autres disciplines.

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

Un bon indicateur du rayonnement scientifique du laboratoire est le nombre très élevé de sollicitations qu'il reçoit pour faire partie des nombreuses sur-structures scientifiques en pleine floraison dans l'univers scientifique parisien. Ceci fait l'objet d'une recommandation spécifique de la part du comité. Un autre indicateur est l'importance des collaborations académiques productives, en particulier à l'international. Les chercheurs du laboratoire reçoivent des prix scientifiques, font partie d'organisations internationales et de comités de publications de grands journaux. A signaler le succès des doctorants du laboratoire qui ont reçu 13 distinctions. Le laboratoire retient également l'attention de grandes compagnies industrielles et des EPIC, qui lui confient des programmes de recherche très largement financés. Plusieurs chercheurs du laboratoire bénéficient, à l'évidence, d'une image de premier plan au niveau mondial.

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

Le laboratoire ENS-Géologie n'est pas coupé des grands problèmes de société. Durant ce dernier quadriennal, des succès scientifiques majeurs ont été obtenus sur la prévention des risques naturels, la recherche d'hydrocarbures et le conditionnement des déchets radioactifs. Il s'agit avant tout de Science de haut niveau, même si cette science s'applique à des problèmes de société. Le laboratoire montre ainsi qu'il sait parfaitement gérer l'interaction entre recherche appliquée et recherche fondamentale (2 brevets déposés). Il est probable que le développement de la mécanique des roches renforcera ce point fort du laboratoire. Notons toutefois que le laboratoire n'a pas d'activité culturelle forte en particulier en direction des lycées qui pourraient être des partenaires naturels.

Pour les actions de diffusion auprès du public, les rôles respectifs de l'établissement, du département et de l'unité se sont pas clairement définis. Pour un laboratoire tel que l'ENS, avec sa renommée nationale et internationale, les activités de vulgarisation semblent peu développées et ne reposent que sur quelques personnes. Le comité conseille au laboratoire d'augmenter sa visibilité pour le grand public, par exemple par l'organisation de journées portes ouvertes (même s'il vaudrait mieux attendre la réfection des locaux), la participation aux manifestations de vulgarisation scientifique, ou encore la présentation de leurs activités aux professeurs des classes préparatoires.



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

Le laboratoire avait choisi une organisation très souple, sans équipe, avec simplement des thèmes scientifiques et des plates-formes techniques. Le principe général de pilotage est de mettre les chercheurs dans les meilleures conditions possibles, en toute liberté, pour qu'ils puissent donner le meilleur d'eux-mêmes. Cette organisation est souple, elle a permis de résoudre le problème récurrent de balkanisation de la recherche, mais elle sollicite très fortement la direction, et elle a montré ses limites. Pour le prochain contrat, une organisation en 2 équipes opérationnelles et 2 plates-formes techniques est proposée par l'équipe de direction.

Le laboratoire a été géré, au cours du précédent quadriennal, de façon quasi-familiale. La réussite de ce mode de gestion tient beaucoup à la bonne ambiance générale, et à la personnalité très attentive et humaine de son directeur et de ses adjoints. C'est un mode de gestion très exigeant pour l'équipe de direction, et qui pourrait ne pas être adapté en cas de crise. Ce n'est pas le cas actuellement et le comité n'a rencontré que des agents heureux de travailler au laboratoire de géologie de l'ENS. Il a fallu être assez insistant pour faire apparaître des points d'amélioration possibles.

Le comité ne peut que constater la réussite globale du projet. Il considère toutefois que sans renoncer à une vision humaniste du pilotage, il serait bon d'introduire un peu de formalisme. La clairvoyance, le sens des priorités et la qualité humaine du porteur de projet devraient permettre d'atteindre cet objectif sans difficulté ni crise.

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

Le laboratoire encadre un nombre de doctorants très élevé (27 thèses en cours pour 22 chercheurs). Pour la période concernée, 38 thèses ont été soutenues dans différentes Ecoles Doctorales (Paris 11, mais aussi Paris 7, Paris 6, etc... au gré des cotutelles). En cours de quadriennal, le laboratoire a fort légitimement choisi de s'associer à l'ED 109 (cohabilitée avec l'IPGP et l'Université Paris-Diderot) dont la proximité thématique est plus grande qu'avec les ED de Paris 11 ou de Paris 6. La plupart des nouveaux doctorants y sont aujourd'hui inscrits, mais pas tous, en fonction des coopérations scientifiques. Les thèses sont très bien valorisées ; la très grande majorité des étudiants publie des articles en premier auteur dans des revues internationales à facteur d'impact élevé. Pour les 38 thèses soutenues depuis 2007, environ 40% des docteurs ont trouvé un CDI. Ils se répartissent de façon équitable entre organismes de recherche, enseignement supérieur et industrie. Les autres docteurs poursuivent leur carrière scientifique comme post-doctorants (en grande majorité à l'étranger) ou comme ATER. Tous ces faits témoignent de l'excellente qualité de l'encadrement doctoral. Ceci est, une fois encore, souligné par le nombre de distinctions attribuées aux doctorants du laboratoire, notamment une belle série de prix de la meilleure contribution pour 9 doctorants lors de congrès internationaux.

L'ED 109, imposant des comités de thèse et organisant un congrès annuel des doctorants, le laboratoire s'occupe peu de la vie collective des doctorants. En l'absence de structuration formelle et pour pallier aux problèmes de communication qui en découleraient, les doctorants ont pris l'initiative d'organiser des "goûters" hebdomadaires ou bimensuels dans lesquels ils se présentent leurs travaux entre eux. Même s'il s'agit là d'une excellente initiative, le comité recommande que des réunions d'équipe, incluant des présentations faites par les doctorants, prennent le relais pour améliorer le dialogue scientifique entre chercheurs et doctorants. L'organisation plus fréquente de conseils de laboratoire, avec des compte-rendus améliorerait également le dialogue sur la vie du laboratoire entre direction et représentants des doctorants.

### Implication des C/EC dans l'enseignement du Département de géologie

En juin 2012, 6 enseignants-chercheurs (2 PR, 3 MdC, 1 agrégé préparateur) faisaient partie de l'UMR. Le comité d'expert apprécie l'implication de tous les chercheurs CNRS dans l'enseignement, parfois avec des volumes horaires significatifs (de 10 à 60 h d'équivalent TD). L'implication des chercheurs CNRS dans la gestion de l'enseignement au département de géologie de l'ENS est également importante. Cette implication CNRS mériterait d'être reconnue.



Après discussion avec les enseignants-chercheurs (EC), le comité considère que la répartition de l'enseignement et la façon de le répartir pourraient être améliorées. La charge d'enseignement des jeunes EC semble plutôt lourde, même si le comité n'a pas eu connaissance des chiffres exacts. À cause des nombreux départs de chercheurs pour d'autres affectations, les jeunes EC, obligés de prendre le relais, sont confrontés à de fréquents changements de leurs enseignements, et souvent à la dernière minute. De ce fait, ces jeunes EC, qui par ailleurs ont tous d'excellents dossiers scientifiques, voient leur potentiel de recherche diminué, ce qui est inquiétant. Ces enseignants-chercheurs se sentent également trop peu impliqués dans l'organisation de l'enseignement, tels que l'écriture des maquettes d'habilitation, la répartition des enseignements, etc.). En résumé, il nous semble que le département de géologie devrait plus se soucier du bon équilibre entre les activités d'enseignement et de recherche de ses EC. De toute évidence, ceci passerait d'abord par une meilleure communication entre « département » et « laboratoire ».

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

### - Structure

En terme de structure, le laboratoire souhaite revenir à une organisation en équipes, au nombre de deux (Équipes A et B), avec deux plates-formes techniques et des services généraux. Les équipes sont des structures opérationnelles, elles regroupent des chercheurs qui ont les mêmes préoccupations quotidiennes. Elles n'ont pas d'objectif de structuration scientifique. L'une des équipes repose sur l'utilisation de moyens géophysiques, l'autre sur l'utilisation de moyens expérimentaux et analytiques. Pour des équipes opérationnelles, cette organisation est bien adaptée et le comité l'approuve.

### - L'équipe de direction

La structuration en équipes fonctionnelles libérera l'équipe de direction d'un certain nombre de tâches, ce qui lui permettra de se consacrer à la professionnalisation du fonctionnement du laboratoire et à la politique de coopération parisienne. C'est le moment de faire une analyse des raisons du succès, d'affirmer des valeurs, de proposer une vision. L'équipe de direction est motivée, créative, attentive, elle perçoit très bien les enjeux, les opportunités et les risques des prochaines années. Elle a des convictions qui guideront son action. Le discours du porteur de projet est clair, sincère et précis. C'est un vrai leader scientifique et humain.

### - Stratégie et gouvernance

Le laboratoire assume pleinement et en toute connaissance de cause son mode de fonctionnement qui repose sur une confiance accordée a priori à chaque chercheur, considéré, quel que soit son statut et son ancienneté, comme autonome et responsable. Les conséquences de ce mode de fonctionnement sont :

- une politique scientifique qui se traduit à mettre les chercheurs dans les meilleures conditions possibles pour qu'il puisse élaborer et mener à bien les projets qui leur semblent pertinents ;
- un pilotage léger, non dirigiste, dans une logique de confiance dans le talent individuel de chacun, se traduisant par une excellente ambiance parmi les chercheurs et enseignants-chercheurs ;
- une volonté d'indépendance vis-à-vis des autres structures de recherche en Sciences de la Terre de la région parisienne, afin de garder une totale liberté de coopération et de préserver un mode de fonctionnement considéré comme efficace et vertueux ainsi que les spécificités de l'ENS ;
- un recrutement qui prend en compte avant tout la qualité scientifique et l'autonomie intrinsèque du chercheur ;
- des coopérations très ouvertes, avec des partenaires variés et nombreux ;
- l'obligation d'une production scientifique au plus haut niveau, jusque-là parfaitement respectée.

Au travers d'une analyse SWOT, le laboratoire a identifié les risques liés à ce mode de fonctionnement: fragilité d'une thématique lorsqu'elle repose sur un seul chercheur, fluctuation du nombre de chercheurs, renouvellement important du personnel, en particulier junior. L'essaimage des jeunes chercheurs au laboratoire dans les différents établissements français est un indice de la bonne qualité de la recherche pratiquée.

Au vu des résultats du contrat précédent le comité approuve sans réserve cette vision du laboratoire, atypique, voire à contre-courant de l'évolution de nombreux laboratoires en France. Elle montre que le laboratoire se sent fort et se pense capable de maîtriser les risques de cette politique pour les 5 prochaines années.



## 4 • Déroulement de la visite

Suite à une réunion d'harmonisation des experts le 12 novembre 2012 entre 18 h et 20 h, la visite s'est déroulée sur deux jours dans les locaux du laboratoire de Géologie de l'ENS (rue Lhomond) les 13 et 14 novembre 2012, dans d'excellentes conditions matérielles avec une organisation parfaite et dans une très bonne ambiance. L'ensemble du personnel du laboratoire a été très disponible. Les tutelles, représentées par M. Yves GULDNER, directeur scientifique de l'École Normale Supérieure, et M<sup>me</sup> Marcia MAIA représentante de l'INSU ont été très disponibles et présentes pour une bonne partie du processus. Le comité a également rencontré M. Marc MEZARD, nouveau directeur de l'ENS et M. Andrei CONSTANTINESCU, chargé de mission auprès de l'INSIS. Le programme de la visite s'est déroulé de façon très classique, avec une introduction par le délégué AERES, un premier échange avec les tutelles permettant de préciser la mission du laboratoire et les conditions de préparation de l'évaluation, une présentation du bilan de l'unité, une présentation de quelques résultats scientifiques marquants, une présentation du projet scientifique par le porteur de projet, une présentation des deux futures équipes, une rencontre avec les communautés (ITA-BIATSS, doctorants, chercheurs, enseignants), et une visite du laboratoire. Le deuxième jour se sont déroulées : une réunion avec le directeur et le porteur de projet, une réunion avec les tutelles et une séance de travail à huis-clos du comité.

Les échanges ont été très libres, sans laisser aucun point sur le côté. Le comité considère qu'il a obtenu tous les éléments pour rendre un avis pertinent et argumenté.





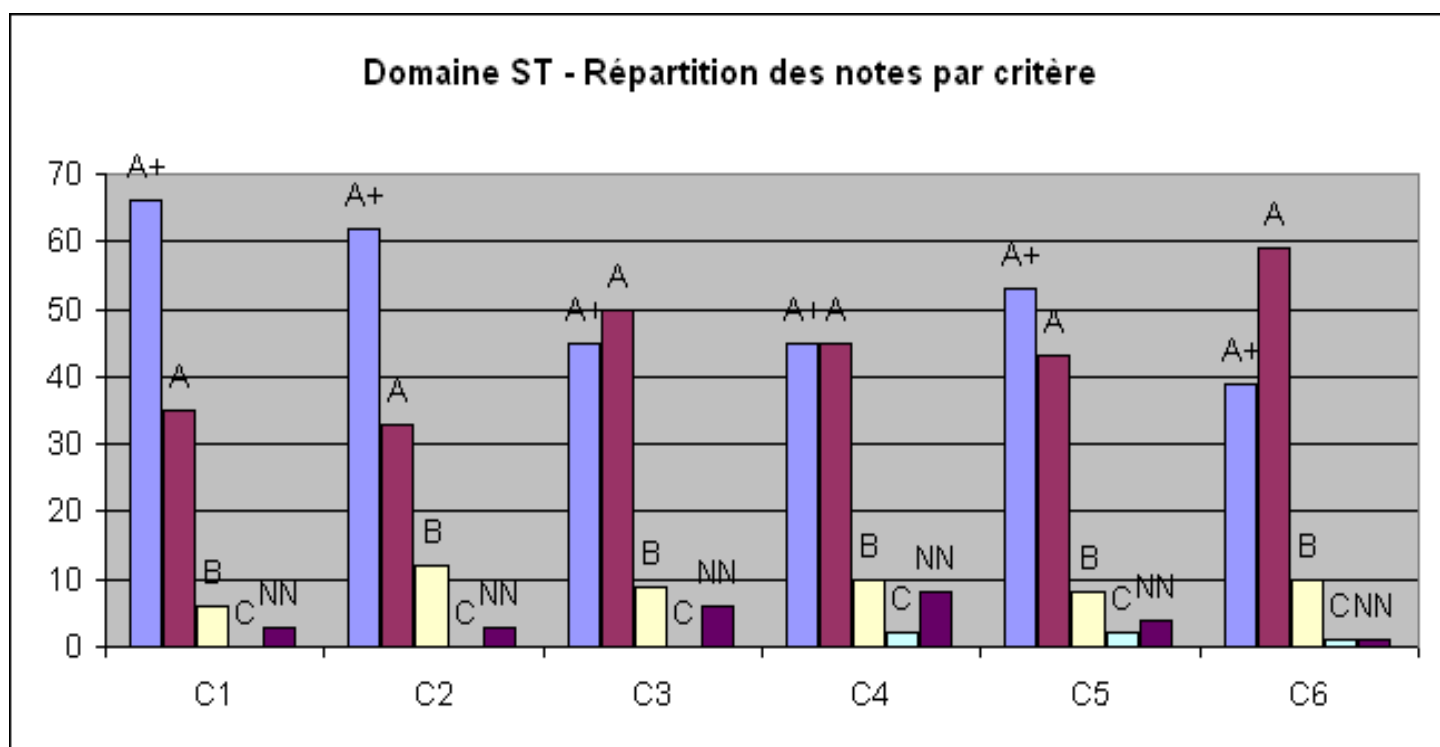
## 5 • Statistiques par domaine : ST au 10/06/2013

### Notes

Critères	C1 Qualité scientifique et production	C2 Rayonnement et attractivité académiques	C3 Relations avec l'environnement social, économique et culturel	C4 Organisation et vie de l'entité	C5 Implication dans la formation par la recherche	C6 Stratégie et projet à cinq ans
<b>A+</b>	66	62	45	45	53	39
<b>A</b>	35	33	50	45	43	59
<b>B</b>	6	12	9	10	8	10
<b>C</b>	0	0	0	2	2	1
<b>Non Noté</b>	3	3	6	8	4	1

### Pourcentages

Critères	C1 Qualité scientifique et production	C2 Rayonnement et attractivité académiques	C3 Relations avec l'environnement social, économique et culturel	C4 Organisation et vie de l'entité	C5 Implication dans la formation par la recherche	C6 Stratégie et projet à cinq ans
<b>A+</b>	60%	56%	41%	41%	48%	35%
<b>A</b>	32%	30%	45%	41%	39%	54%
<b>B</b>	5%	11%	8%	9%	7%	9%
<b>C</b>	0%	0%	0%	2%	2%	1%
<b>Non Noté</b>	3%	3%	5%	7%	4%	1%





## 6 ● Observations générales des tutelles

Le directeur du laboratoire n'a pas souhaité formuler d'observations sur le rapport d'évaluation.