

RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ  
LG-ENS - Laboratoire de géologie de l'École  
normale supérieure

SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET  
ORGANISMES :

École normale supérieure – université Paris  
Sciences & Lettres - ENS-PSL

Centre national de la recherche scientifique  
- CNRS

---

**CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2023-2024**  
VAGUE D

Rapport publié le 08/02/2024



Au nom du comité d'experts :

Frédéric Cappa, Président du comité

Pour le Hcéres :

Stéphane Le Bouler, président par intérim

En application des articles R. 114-15 et R. 114-10 du code de la recherche, les rapports d'évaluation établis par les comités d'experts sont signés par les présidents de ces comités et contresignés par le président du Hcéres.

Pour faciliter la lecture du document, les noms employés dans ce rapport pour désigner des fonctions, des métiers ou des responsabilités (expert, chercheur, enseignant-chercheur, professeur, maître de conférences, ingénieur, technicien, directeur, doctorant, etc.) le sont au sens générique et ont une valeur neutre.

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. Les données chiffrées de ce rapport sont les données certifiées exactes extraites des fichiers déposés par la tutelle au nom de l'unité.

## MEMBRES DU COMITÉ D'EXPERTS

### **Président :**

M. Frédéric Cappa, Université Côte d'Azur, Nice

### **Expert(e)s :**

M. Julien Aubert, CNRS (Représentant du CoNRS)

M. Jocelyn Barbarand, Université Paris Saclay, Orsay

M. Julien Chantel, Université de Lille (représentant du personnel d'appui à la recherche)

Mme Florence Maunoury-Danger, Université de Lorraine, Metz

Mme Anne Replumaz-Pradelle, Université Grenoble Alpes (représentant du CNU)

## REPRÉSENTANTE DU HCÉRES

Mme Sylvie Bourquin

## REPRÉSENTANTS DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES TUTELLES DE L'UNITÉ DE RECHERCHE

M. Stéphane Guillot, CNRS

M. Arnaud Tourin, Université PSL

Mme Anne Christophe, ENS-PSL

## CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Laboratoire de géologie de l'ENS
- Acronyme : LG-ENS
- Label et numéro : UMR 8538
- Nombre d'équipes : 3
- Composition de l'équipe de direction : M. Alexandre SCHUBNEL et Mme Sophie Violette

## PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST Sciences et technologies  
ST3 Sciences de la terre et de l'univers

## THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

Le Laboratoire de géologie de l'École normale supérieure (LG-ENS) s'est concentré pendant le mandat 2017-2022 sur l'étude de la Terre interne et de ses enveloppes superficielles à différentes échelles de temps et d'espace.

Le développement de ces thèmes de recherche s'appuie sur une approche intégrée, combinant des expériences de laboratoire, des observations sur le terrain, en mer et depuis l'espace, ainsi que des modélisations théoriques et des simulations numériques de pointe.

Le laboratoire est organisé autour de trois équipes de recherche distinctes : Failles & Séismes, Géodynamique & Structures, et Surface & Réservoirs, de trois plateaux techniques d'appui aux activités de recherche, à savoir les plateaux Analytique, Expérimental et Observationnel, et de deux services, administratifs et informatique, mutualisés au niveau du Département des géosciences de l'ENS.

L'équipe Surface & Réservoirs créée au cours du dernier mandat, se focalise sur plusieurs domaines de recherche. Elle examine le bilan carbone des sols, se penche sur le comportement hydrodynamique des aquifères soumis à des sollicitations sismiques, analyse l'impact du changement climatique sur les ressources en eau, et étudie l'érosion des versants, en utilisant une combinaison de mesures géochimiques, d'observations et de modélisations hydrogéologiques. L'équipe s'intéresse aussi au stockage géologique de CO<sub>2</sub>.

L'équipe Failles & Séismes se consacre à l'étude des systèmes de failles actives, en examinant les caractéristiques fondamentales de ces failles ainsi que les mécanismes physiques de rupture, depuis le glissement asismique jusqu'à l'instabilité sismique. Cette recherche repose sur une interconnexion étroite entre les données géodésiques et sismologiques, les expériences de mécanique des roches, et la modélisation théorique et numérique du cycle sismique.

L'équipe Géodynamique & Structures étudie les déformations de la Terre à différentes échelles, de globale à crustale, en examinant leurs interactions avec d'autres processus tels que l'érosion, le volcanisme, l'hydrothermalisme et l'altération. Les recherches se concentrent sur la réponse de la lithosphère à différents forçages externes. Pour ce faire, l'équipe utilise des données géologiques, géodésiques et géophysiques à terre et en mer.

Les plateaux techniques fournissent une grande diversité de données pour appuyer les analyses et les modèles développés au sein des trois équipes de recherche. De plus, ils s'engagent activement dans le développement de nouveaux instruments nécessaires à la réalisation d'expériences de pointe.

## HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

Le LG-ENS est une unité mixte de recherche rattachée à l'École normale supérieure (ENS-PSL) et au Centre national de la Recherche scientifique (CNRS). Il est également présent au sein de l'Observatoire des sciences de l'Univers Ecce Terra (OSU Ecce Terra) ainsi que de l'Institut Pierre Simon Laplace (IPSL).

Implanté depuis les années 1980 sur le site Erasme – Lhomond de l'ENS à Paris, ce laboratoire a vu le jour en 1880. Son profil scientifique et son orientation ont évolué à partir de 1988, et depuis lors, le laboratoire a entrepris une transformation en se tournant vers la géodynamique, la géophysique, la minéralogie et le magnétisme. Le laboratoire a maintenu sa flexibilité et son adaptabilité, suivant les équipes de direction et les contrats successifs. Il s'est organisé en équipes de recherche spécialisées ou autour de thèmes scientifiques spécifiques, avec une attention particulière portée à la dynamique de la Terre, aux géomatériaux et à

l'environnement. Les approches mises en œuvre couvrent une vaste gamme d'outils et d'échelles, allant des expériences en laboratoire à petite échelle, jusqu'à des études sur le terrain à l'échelle globale. Ces recherches s'appuient sur une variété d'observations et font appel à des modèles numériques avancés.

## ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

Pendant la période évaluée, le LG-ENS est l'une des deux unités du Département des géosciences au sein de l'ENS-PSL. Au sein du CNRS, le laboratoire est affilié à trois instituts : l'Institut national des sciences de l'Univers (Insu) en tant que rattachement principal, l'Institut de l'écologie et de l'environnement (Inee) et l'Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes (Insis) en tant que rattachements secondaires. Le LG-ENS est également un acteur actif au sein de l'OSU Ecce Terra, de l'IPSL et de l'école doctorale STEP'UP (Sciences de la Terre et de l'Environnement et Physique de l'Univers de Paris). En outre, le laboratoire entretient un partenariat avec le Laboratoire de recherche conventionné Yves Rocard (LRC Yves Rocard) du Commissariat à l'énergie atomique (CEA).

Dans ce cadre académique, le LG-ENS assure ses missions fondamentales, qui englobent la recherche scientifique, la formation, la diffusion des connaissances et la création de réseaux technologiques grâce à ses plateaux techniques spécialisés.

Les trois plateaux techniques du LG-ENS sont intégrés dans l'OSU Ecce Terra. Le plateau technique Expérimental fait aussi partie du Réseau géochimique et expérimental français (RÉGEF) depuis 2020. Elle est également un membre actif du réseau de technologie des hautes pressions.

## EFFECTIFS DE L'UNITÉ : en personnes physiques au 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	3
Maîtres de conférences et assimilés	3
Directeurs de recherche et assimilés	12
Chargés de recherche et assimilés	5
Personnels d'appui à la recherche	11
Sous-total personnels permanents en activité	34
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	5
Personnels d'appui non permanents	2
Post-doctorants	22
Doctorants	25
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>54</b>
<b>Total personnels</b>	<b>88</b>

RÉPARTITION DES PERMANENTS DE L'UNITÉ PAR EMPLOYEUR : en personnes physiques au 31/12/2022. Les employeurs non tutelles sont regroupés sous l'intitulé « autres ».

Nom de l'employeur	EC	C	PAR
CNRS	0	16	5
ENS-PSL	5	0	6
AUTRES	1	1	0
<b>Total personnels</b>	<b>6</b>	<b>17</b>	<b>11</b>

## AVIS GLOBAL

Le LG-ENS est une unité de recherche majeure dans le paysage scientifique national et international. Elle se consacre à l'étude de la Terre interne et de ses enveloppes superficielles à différentes échelles de temps et d'espace. L'unité s'appuie sur la dynamique extraordinaire des équipes scientifiques et des plateaux techniques de pointe avec des équipements remarquables qui fournissent des données de haute qualité pour les projets développés (p. ex., dans le domaine des expériences de mécanique des roches soumises à des contraintes et des températures élevées, dans le domaine de l'imagerie de microscopie, ou encore dans la mise en place de nouveaux instruments géodésiques et sismologiques sur le terrain). Cela témoigne indéniablement d'une unité de recherche de très haut niveau, forte et performante, animée par des personnes passionnées et fortement engagées dans leur travail sur tout le spectre des missions, qu'elles soient scientifiques ou d'accompagnement à la recherche.

La diversité des compétences réunies au sein de l'unité et la taille de celle-ci, avec 88 personnes, dont 34 permanents, est perçue comme une véritable force qui favorise l'émergence d'objectifs ambitieux et de résultats novateurs, souvent à l'intersection des disciplines spécifiques. Tout ceci confère à l'unité une attractivité incontestée.

Le positionnement d'excellence aux niveaux national et international du LG-ENS est adossé à une stratégie scientifique pertinente, attestée par une production scientifique excellente et diversifiée dans des journaux à fort impact (p. ex., Nature, Science, Journal of Geophysical Research, Global Challenge Biology, etc.) et par de nombreux prix prestigieux (p. ex., de l'Académie des sciences, de l'Institut universitaire de France, de l'American Geophysical Union, la médaille de cristal du CNRS). Les plateaux techniques et les projets en lien avec la société sont notamment des atouts majeurs dans cette dynamique. De plus, les nombreux succès aux appels à projets compétitifs nationaux (huit ANR, dont une en tant que porteur) et européens (porteurs de cinq ERC, deux projets H2020, et trois campagnes à la mer) confirment un rayonnement de premier rang et une reconnaissance internationale avérée. C'est clairement la grande réussite de cette mandature d'avoir su diversifier avec succès les activités de l'unité, en cohérence avec son histoire et avec ses ressources.

L'unité a aussi su établir un lien fort entre la recherche et l'enseignement, créant ainsi une synergie où l'avancée des connaissances nourrit l'enseignement de haut niveau. Ce lien marqué entre formation et recherche accroît la dynamique scientifique.

Le sentiment d'appartenance des personnels de l'unité est particulièrement important et l'environnement scientifique et humain est très favorable au travail de l'ensemble des personnels, dans une démarche collective soutenue par une équipe de direction dynamique, accessible et enthousiaste.

Les enjeux pour le prochain contrat quinquennal seront de maintenir l'excellence scientifique, de poursuivre la dynamique de valorisation des recherches et de l'attractivité de l'unité, ainsi que d'anticiper les départs à la retraite à venir avec une stratégie de recrutement pluri-annuelle visant la parité, tout en veillant à formaliser un fonctionnement clair et lisible au sein de l'unité, ainsi qu'à positionner l'unité dans le périmètre des différentes structures franciliennes, notamment les observatoires.

# ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

## A - PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

- Recommandations concernant les produits et activités de la recherche : « La dynamique scientifique actuelle est très positive, le comité d'experts encourage vivement à poursuivre dans cette voie. Le comité recommande une attention particulière pour préserver l'unité du laboratoire face à l'effet pervers d'éclatement ou de satellisation que suscitent certains financements. »

La direction diffuse l'intégralité des appels d'offres pour encourager tous les personnels à déposer des projets et obtenir du financement.

- Recommandations concernant l'organisation et la vie de l'unité : « Il faudrait utiliser pleinement les moyens du laboratoire pour améliorer le soutien à la recherche en faisant appel par exemple à des CDD. Il faudrait mettre en place des initiatives d'échanges scientifiques plus formalisés (journée des doctorants, séminaire d'équipe...) et mieux utiliser le conseil de laboratoire pour formaliser les décisions. Il est recommandé de chercher des solutions pour améliorer le ratio F/H parmi les permanents du laboratoire. »

Le recrutement d'une chargée de communication a favorisé la diffusion des travaux de recherche en externe mais également en interne pour construire une dynamique collective. La direction suit une politique volontariste pour accueillir des femmes au sein de l'unité.

- Recommandations concernant les perspectives scientifiques à cinq ans et la faisabilité du projet : « Le comité d'experts recommande d'utiliser les postes de professeurs associés pour prendre des risques scientifiques. Il suggère de formaliser la feuille de route de la nouvelle équipe de direction. Il recommande de finaliser la stratégie francilienne de l'unité en lien avec les OSU/comue... »

Le laboratoire a intégré l'OSU Ecce Terra de Sorbonne Université qui couvre les thématiques scientifiques de l'unité. La création en cours de mandat de l'Université PSL a favorisé les rapprochements avec une autre unité de ce périmètre, le Centre de géosciences de l'École des mines.

## B - DOMAINES D'ÉVALUATION

### DOMAINE 1 : PROFIL, RESSOURCES ET ORGANISATION DE L'UNITÉ

#### Appréciation sur les objectifs scientifiques de l'unité

L'unité a une stratégie scientifique claire et ambitieuse, stimulant des travaux à la pointe de plusieurs domaines, portés par des personnels passionnés et engagés dans leurs missions. L'excellence des activités menées par l'unité se traduit par un très haut niveau international, attesté par des réussites scientifiques notables publiées dans des journaux à fort impact (par exemple, Nature, Science, Journal of Geophysical Research, Global Challenge Biology, etc.) et de nombreux prix prestigieux (par exemple, de l'Académie des sciences, de l'Institut universitaire de France, de l'American Geophysical Union, la médaille de cristal du CNRS). De plus, le taux de succès important aux appels à projets (AAP) compétitifs tels que l'ERC, ANR et H2020 démontre l'aptitude à concevoir des projets à la pointe de la recherche mondiale. Tout ceci témoigne d'une capacité à générer des connaissances novatrices.

Les trois plateaux techniques de l'unité témoignent d'un engagement fort envers les développements technologiques de pointe pour obtenir des données de haute qualité. Ces plateaux techniques avec leurs équipements remarquables sont des piliers fondamentaux de l'unité, assurant une infrastructure solide pour soutenir des projets scientifiques ambitieux.

L'organisation de l'unité en trois équipes, chacune dédiée à de grandes thématiques, favorise une forte émulation scientifique. Cette structuration permet une collaboration étroite entre C et EC aux compétences complémentaires, stimulant l'émergence de projets originaux.

## Appréciation sur les ressources de l'unité

L'unité bénéficie de ressources propres substantielles, un atout majeur qui soutient les ambitions scientifiques. En sept ans, les budgets sont compris entre 1 et 2.8 millions d'euros par an, témoignant d'un engagement continu envers l'amélioration et le développement des moyens budgétaires de l'unité. Ces ressources financières ont permis de mettre en place des plateaux techniques de haute qualité, équipés de manière remarquable pour répondre aux exigences des projets de recherche innovants. De nombreux recrutements (doctorants, post-doctorants, PAR en CDD) ont également accompagné cette dynamique.

L'accessibilité aux équipements constitue un autre point fort du laboratoire. Avec la possibilité d'une utilisation à la journée et un accès facile, cet environnement favorise des collaborations agiles et réactives entre les équipes de recherche. Les 14 PAR garantissent un très bon support technique et administratif, contribuant ainsi à la réussite des projets.

Les EC et C de l'unité sont de très haut niveau, et l'expertise PAR est remarquable. La présence des étudiants de l'ENS-PSL au cœur du laboratoire favorise des interactions régulières avec les scientifiques, offrant ainsi une opportunité unique de formation et d'implication des étudiants dans les projets. La collaboration avec le CEA dans le cadre du laboratoire conventionné Yves Rocard est un modèle de réussite pour le programme doctoral et post-doctoral. Toutefois, le remplacement et le renouvellement des membres du personnel partant à la retraite, dotés d'une grande expérience, représentent un défi majeur pour l'unité.

## Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

Au sein du laboratoire, l'équipe de direction est facilement accessible afin de créer un environnement propice à la collaboration, et à l'épanouissement professionnel de chaque membre.

L'unité a privilégié les échanges informels entre les membres du laboratoire permettant de renforcer les liens entre les équipes, de favoriser les collaborations spontanées, et d'établir un climat de travail convivial. Le conseil de direction se réunit aussi de manière informelle, ce qui pose des questions d'organisation, de processus décisionnel et de diffusion de l'information. L'unité peut aussi parfois sembler disperser les efforts et mettre en avant les individualités au détriment de la mise en place d'une structure et d'une organisation collective solides.

Le laboratoire a établi, à partir de ses ressources propres, un pôle de gestion efficient et autonome, permettant ainsi d'assurer une gestion globale des activités du laboratoire.

Le comité note également que des séminaires animés par les doctorants et les post-doctorants du laboratoire sont organisés très régulièrement. Ces événements offrent un espace pour présenter des travaux de recherche, échanger des idées nouvelles et renforcer les collaborations, ou en créer de nouvelles.

Le comité souligne la mise en place de deux nouveaux comités pendant ce mandat. Pour promouvoir l'égalité et la diversité au sein du laboratoire, un comité « Égalité et Diversité » dédié à ces enjeux travaille activement à créer un environnement inclusif, où chaque membre du laboratoire se sent respecté et valorisé. De plus, l'unité accorde une importance particulière à la responsabilité environnementale en ayant instauré un comité « Bilan Carbone ». Ce dernier veille à la mise en place de pratiques durables et responsables au sein du laboratoire, notamment au sujet des missions et des modes de transport associés.

### *1 / L'unité s'est assigné des objectifs scientifiques pertinents.*

#### Points forts et possibilités liées au contexte

La grande diversité des compétences réunies au sein de la LG-ENS, couvrant des domaines allant de la Terre interne aux enveloppes superficielles, tout en explorant toutes les échelles de temps et d'espace, favorise l'émergence d'objectifs ambitieux et de résultats novateurs à l'intersection des disciplines spécifiques de chacun de ses membres. Cette diversité est perçue comme une véritable force au sein de l'unité. Bien que les domaines d'étude soient distincts, ils sont étudiés avec une approche cohérente, mettant l'accent sur le concept, l'expérience, les observations sur le terrain, la modélisation analytique ou numérique pour aborder des objectifs de recherche ambitieux.

L'unité met clairement l'accent sur la formation par la recherche, en accueillant plus de soixante doctorants au cours de la période évaluée. Cela renforce l'engagement envers la prochaine génération de chercheurs et de chercheuses.

La diffusion du savoir est une priorité essentielle de l'unité, notamment grâce aux enseignements, dans le but de partager les connaissances avec les étudiants et aussi un public plus large.

Enfin, la politique de recrutement est résolument ambitieuse (8 recrutements de personnels permanents et 49 post-doctorants durant la période 2017-2022), permettant d'attirer et de conserver les talents les plus prometteurs dans les domaines de recherche. Cela renforce la capacité à poursuivre des projets de recherche novateurs et à relever les défis scientifiques les plus complexes.

### Points faibles et risques liés au contexte

La grande diversité des domaines de recherche au sein de l'unité peut parfois sembler disperser les efforts et mettre en avant les individualités au détriment de la mise en place d'une structure et d'une organisation collective solides.

## *2/ L'unité dispose de ressources adaptées à son profil d'activités et à son environnement de recherche et les mobilise.*

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité bénéficie d'un solide soutien du Département des géosciences de l'ENS-PSL, qui comprend le LG-ENS et le Laboratoire de météorologie dynamique. Ce soutien englobe les fonctions de support administratif et informatique, ce qui renforce l'efficacité des opérations.

L'unité est composée de 24 chercheurs et enseignants-chercheurs appartenant à diverses sections du CoNRS, notamment les sections 18, 9, 30, et la section 35 du CNU. Le laboratoire bénéficie donc d'une véritable richesse en termes de diversité d'organismes de rattachement pour les ressources humaines, avec une composition de personnel comprenant 60 % de membres affiliés au CNRS et 40 % à l'ENS-PSL. Il est important de noter que l'unité compte un nombre significatif de personnels ayant obtenu leur habilitation à diriger des recherches (HDR), avec 18 membres permanents sur 24 qui détiennent cette qualification, soit 75 % de l'effectif. Cette composition permet de garantir un encadrement solide et expérimenté pour les étudiants en thèse. Les équipes bénéficient d'un excellent appui en personnel d'appui à la recherche, avec 13 personnels administratifs et de recherche qui jouent un rôle essentiel dans la réalisation des projets de recherche. Les jeunes chercheurs non permanents constituent une part significative de l'effectif, avec environ soixante doctorants formés au sein du laboratoire et une cinquantaine de post-doctorants ayant contribué aux activités au cours du mandat.

L'unité a remporté un succès remarquable dans les appels d'offres sélectifs nationaux (huit ANR, dont une en tant que porteurs, de nombreux projets Insu-CNRS) ou internationaux (porteurs de cinq ERC, deux projets H2020, trois campagnes à la mer), ce qui garantit au laboratoire un budget substantiel pour ses diverses activités, notamment l'acquisition de matériel, la réalisation de missions de recherche, ainsi que le financement des salaires du personnel non permanent. Ces succès couvrent également des AAP régionaux et des contrats de recherche avec des partenaires industriels (p. ex., Total, l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie – Ademe, l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs – Andra, Institut français du pétrole énergies nouvelles – IFPEN). De plus, le laboratoire est conventionné avec le CEA (Laboratoire Yves Rocard), ce qui garantit des budgets pour le financement de contrats doctoraux, post-doctoraux et divers contrats à durée déterminée en appui à la recherche. Ainsi, le budget total annuel de l'unité se situe entre 1 et 2.75 millions d'euros durant la période 2017-2022.

Les recherches sont soutenues par trois plateaux techniques de très haut niveau : un plateau analytique de caractérisation des matériaux solides, un plateau Expérimental de mécanique des roches, et un plateau observationnel comprenant un pôle géodésique et un pôle de gestion de réseaux sismiques. Ces plateaux techniques sont des atouts essentiels pour la recherche et la capacité de l'unité à réaliser des projets de grande envergure.

L'unité dispose d'une forte capacité à développer des instruments de pointe (p. ex., dans le domaine des expériences de mécanique des roches soumises à des contraintes et des températures élevées, dans le domaine de l'inclinomètre, ou encore la mise en place de nouveaux outils de traitement du signal géodésique basés sur l'IA).

Le LG-ENS a mis en place une politique de mutualisation des frais généraux, représentant un tiers des coûts indirects des cinq projets ERC, en vue de soutenir des actions communes visant à renforcer les activités du laboratoire. Cela comprend le recrutement d'un chargé de communication, le financement de projets émergents, l'extension de certains contrats, et bien d'autres initiatives. La rénovation des salles expérimentales et des bureaux est aussi financée sur les fonds propres du laboratoire, à raison de quelques pièces par an.

### Points faibles et risques liés au contexte

La pyramide des âges du personnel permanent (EC, C et PAR) révèle qu'environ un tiers de ces effectifs devrait prendre leur retraite au cours du prochain mandat. Le remplacement et le renouvellement de ces membres du personnel, dotés d'une grande expérience, représentent un défi majeur pour l'unité.

Actuellement, il est constaté une absence de règles claires au sein du conseil de direction en ce qui concerne l'utilisation des coûts indirects liés aux projets.

En ce qui concerne le site web du laboratoire, son potentiel en tant que vitrine pour communiquer sur les activités, les projets, l'organisation et les membres reste sommaire.

Une sensation d'abandon de la délégation régionale Paris-Centre (DR02) du CNRS a été clairement exprimée par le personnel, engendrant des dysfonctionnements significatifs (absence de réponse aux requêtes, pertes de documents administratifs, manque de suivi des affaires en cours, lenteur dans les procédures). Cette situation inconfortable est accentuée par l'absence de contacts physiques, les échanges se limitant à des communications par courriel, créant un sentiment d'isolement et de frustration.

Par ailleurs, la mise en place des nouveaux outils de gestion et différents suivant les tutelles ajoute une couche de complexité importante. Ces éléments viennent s'ajouter aux difficultés existantes, compliquant davantage la gestion quotidienne du laboratoire.

Concernant la tutelle ENS, en raison du changement dans le logiciel de gestion, des retards dans le remboursement des frais de missions sont identifiés et ont généré des délais parfois excessifs, atteignant jusqu'à six mois d'attente. Ceci provoque des complications majeures, notamment pour les doctorants, post-doctorants et les PAR, entraîne une perte de confiance et d'efficacité, et a créé une instabilité financière pour les personnels.

Le bâtiment hébergeant l'unité, bien que d'architecture ancienne, est en bon état général. Cependant, un point faible subsiste concernant l'isolation thermique, pouvant occasionnellement dégrader les conditions de travail en termes de confort thermique en été et en hiver. Cette problématique est connue de la direction de l'unité, de la direction du département et de l'ENS, qui travaillent activement ensemble à des solutions pour améliorer cette situation.

3/ Les pratiques de l'unité sont conformes aux règles et aux directives définies par ses tutelles en matière de gestion des ressources humaines, de sécurité, d'environnement, de protocoles éthiques et de protection des données ainsi que du patrimoine scientifique.

### Points forts et possibilités liées au contexte

Le laboratoire fonctionne grâce à un conseil de direction composé du directeur, du directeur-adjoint, du responsable administratif et des trois chefs d'équipe. En parallèle, un conseil de laboratoire se réunit trois fois par an pour discuter des orientations et des décisions importantes.

L'unité a mis en place un comité pour l'égalité. Ce comité est activement engagé dans la promotion de l'égalité des chances au sein du laboratoire.

Le laboratoire est également pionnier en ce qui concerne la mesure de son empreinte carbone. L'unité a réalisé un bilan carbone de ses activités, démontrant ainsi un engagement envers la durabilité environnementale.

En ce qui concerne la sécurité, l'unité est mobilisée sur cette question par le biais notamment d'un assistant de prévention (AP).

Le recrutement au sein du laboratoire est effectué en conformité avec le label Human resources strategy for researchers (HRS4R), qui garantit une approche éthique et équitable du recrutement et de la gestion des ressources humaines.

Enfin, durant la période COVID, la direction de l'unité a accompagné et soutenu ses personnels avec une cellule d'écoute dédiée aux interrogations et aux préoccupations. Cette initiative a favorisé un environnement de travail plus inclusif et attentif aux besoins des personnels dans cette période difficile.

## Points faibles et risques liés au contexte

Le conseil de direction se réunit de manière informelle, ce qui pose des questions d'organisation, de processus décisionnel et de diffusion de l'information.

Il est important de noter qu'actuellement, aucun représentant des plateaux techniques ne siège au conseil de direction. Cela soulève des questions quant à la prise en compte formalisée des besoins et des préoccupations liés aux plateaux techniques dans le processus décisionnel.

## DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

### Appréciation sur l'attractivité de l'unité

Le laboratoire maintient des relations étroites entre ses recherches et des collaborations internationales. La présence régulière de chercheurs invités, attirés par l'excellence scientifique du laboratoire et l'accès facilité aux plateaux techniques, témoigne de la reconnaissance mondiale des travaux.

La qualité exceptionnelle des recherches se traduit par un éventail de prix prestigieux et par une participation régulière aux grandes conférences internationales. Les chercheurs du laboratoire ont également remporté de nombreux projets financés, démontrant la compétitivité et la réussite des équipes. La présence de plusieurs projets ERC au sein du laboratoire au cours du mandat souligne l'excellent niveau des recherches menées.

La balance entre les départs et les arrivées de personnel est positive, avec une consolidation notable de l'équipe Surface & Réservoirs. Divers dispositifs, tels que les professeurs attachés (2), les chaires de professeurs juniors (1) ainsi que les recrutements CNRS (une chargée de recherche, une ingénieure de recherche) et ENS (un ingénieur de recherche), ont été judicieusement utilisés pour maintenir et renforcer les effectifs. Les mutations CNRS (un chargé de recherche et une assistante ingénieur), avec un cas de Noemie CNRS (Nouveaux emplois offerts à la mobilité interne), ont également contribué à la stabilité de l'unité.

Une caractéristique marquante du laboratoire est la forte densité de doctorants et de post-doctorants, soulignant un engagement envers la formation et l'encadrement de jeunes chercheurs.

Enfin, les plateaux techniques de haut niveau constituent un atout indéniable, facilitant la réalisation de recherches de pointe. Ces infrastructures renforcent le positionnement de l'unité en tant que centre d'excellence scientifique, favorisant l'innovation et la collaboration au sein de la communauté internationale.

- 1/ *L'unité est attractive par son rayonnement scientifique et s'insère dans l'espace européen de la recherche.*
- 2/ *L'unité est attractive par la qualité de sa politique d'accompagnement des personnels.*
- 3/ *L'unité est attractive par la reconnaissance de ses succès à des appels à projets compétitifs.*
- 4/ *L'unité est attractive par la qualité de ses équipements et de ses compétences techniques.*

Points forts et possibilités liées au contexte pour les quatre références ci-dessus

L'unité se distingue par une participation régulière aux conférences internationales, une contribution active à l'organisation d'événements spécifiques dans les domaines scientifiques du laboratoire, ainsi que de nombreux prix prestigieux remportés à la fois par des doctorants, post-doctorants et membres permanents. Parmi ces prestigieuses reconnaissances, citons notamment les distinctions de l'Académie des sciences, du prix Jason Morgan de l'AGU, du cristal du CNRS, et la nomination de deux membres à l'IUF.

L'engagement dans le domaine de la recherche est également souligné sur le plan éditorial, avec des responsabilités éditoriales au sein de revues scientifiques de fort impact telles que le Journal of Geophysical Research (JGR), l'European Journal of Mineralogy, et Seismica en open access.

Les membres jouent un rôle actif au sein de comités nationaux, notamment au CNRS (p. ex., sections 18 et 30 du CoNRS, Programme national de planétologie et Programme national Terre solide de l'Insu, etc.), dans les commissions de spécialistes (p. ex., section 35 du CNU), et à la présidence de la Commission de la carte géologique du monde (CCGM).

Le laboratoire est très attractif vis-à-vis des doctorants et des post-doctorants. 49 post-doctorants ont été accueillis au cours du contrat avec des financements compétitifs (ERC, Marie Skłodowska-Curie action) ainsi que 60 doctorants avec financements principaux de l'ENS (CDSN : Contrats doctoraux spécifiques normaliens), de l'Université PSL (programme gradué Sciences de la Terre et biodiversité), de l'Europe (ERC et Innovative training network), des agences de recherche et des financements internationaux pour les étudiants étrangers.

Le laboratoire accueille tous les ans des chercheurs étrangers en tant que professeurs invités ou en séjour sabbatique. Ces chercheurs participent étroitement à la recherche menée dans le laboratoire. Le laboratoire attache une grande importance à recruter et à accueillir une diversité de compétences allant des développements méthodologiques et instrumentaux essentiels à l'avancement de leur domaine, à la collecte de données sur le terrain ou en laboratoire, ainsi qu'à leur application pratique.

Le laboratoire a aussi su établir un lien fort entre l'enseignement et la recherche, créant une synergie où l'avancée des connaissances nourrit l'enseignement de haut niveau. L'implication des chercheurs et des chercheuses dans les enseignements est remarquable. Ce lien marqué entre formation et recherche accroît la dynamique scientifique.

L'unité a réalisé des avancées significatives au cours du dernier contrat quinquennal, avec plus de 50 projets financés :

- Dans l'équipe Surface & Réservoir, deux projets des Programmes et équipements prioritaires de recherche, PEPR (One Water et FairCarbon) et un financement ERC.
- L'équipe Failles & Séismes a brillé grâce à trois projets ERC de grande envergure : REALISM (Reproducing Earthquakes in the Laboratory: Imaging, Speed and Mineralogy), GEO4D (Toward detection and assimilation of transient slip events along faults from space) et PERSISMO (Predicting Energy Release in fault Systems: Integrating Simulations, Machine learning, Observations).
- L'équipe Géodynamique & Structure a obtenu auprès de la Commission nationale flotte hauturière (CNFH) et mené avec succès trois campagnes en mer et également obtenu un financement ERC.
- Deux projets H2020 de grande envergure et structurants à l'international ont aussi été engagés.
- L'unité a activement participé à huit projets ANR, dont l'un en tant que porteur de projet.
- La production scientifique a été marquée par de nombreuses publications à fort impact, reflétant la diversité et la qualité des recherches de pointe menées dans le laboratoire.
- Enfin, des contrats fructueux avec des partenaires privés tels que Total, l'Ademe, Axa, et bien d'autres, témoignent de la capacité de l'unité à collaborer avec les acteurs industriels pour relever des défis scientifiques et technologiques.

Les recherches menées au sein de l'unité bénéficient de trois plateaux techniques qui sont ouverts aux communautés nationales et internationales. Ces plateaux techniques jouent un rôle central en tant que pôles d'attraction et d'expertise au sein du laboratoire, attirant de nombreux utilisateurs.

L'unité a réalisé des développements expérimentaux et instrumentaux de nouvelle génération de premier plan, notamment un équipement de type Griggs pour l'étude de la mécanique des roches dans des conditions de haute pression et haute température, ainsi que des dispositifs de sismologie en laboratoire remarquables intégrés aux expériences de mécanique des roches. De plus, le développement d'inclinomètre haute précision permet des mesures de haute qualité en conditions in-situ. Les outils analytiques et

expérimentales sont également parmi les plus performants, renforçant ainsi la position de l'unité en tant que leader dans ce domaine de recherche.

### Points faibles et risques liés au contexte pour les quatre références ci-dessus

Malgré un excellent niveau de promotion pour les PAR et les chercheurs CNRS, il est important de noter qu'une seule promotion de MCF en PR a eu lieu pendant la période évaluée.

En ce qui concerne les invités scientifiques étrangers, l'apport et la réciprocité dans ces collaborations ne sont pas clairement identifiés.

## DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

### Appréciation sur la production scientifique de l'unité

Le laboratoire affiche une très bonne activité de publication, caractérisée par une diversité remarquable de journaux couverts à fort impact. L'ampleur du spectre de journaux visés reflète la volonté constante de contribuer aux avancées scientifiques dans des domaines variés. Cette activité soutenue de publication renforce la position de l'unité au sein de la communauté scientifique internationale.

Au cours du dernier mandat, une évolution significative a été observée avec une augmentation marquée des publications dans le domaine de l'environnement. Cette orientation stratégique témoigne d'un engagement envers des problématiques contemporaines et démontre une capacité de l'unité à évoluer en réponse aux défis émergents dans la société.

*1/ La production scientifique de l'unité satisfait à des critères de qualité.*

*2/ La production scientifique de l'unité est proportionnée à son potentiel de recherche et correctement répartie entre ses personnels.*

*3/ La production scientifique de l'unité respecte les principes de l'intégrité scientifique, de l'éthique et de la science ouverte. Elle est conforme aux directives applicables dans ce domaine.*

### Points forts et possibilités liés au contexte pour les trois références ci-dessus

Au cours de la période considérée, l'unité a publié un total de 550 articles dans des revues à comité de lecture, ce qui équivaut à une très bonne moyenne de près de quatre articles par an par chercheur et enseignant-chercheur permanent. Ces publications sont réalisées dans de très bonnes revues généralistes et spécialisées (Journal of Geophysical Research, Geophysical Journal International, Geophysical Research Letters, Earth and Planetary Sciences Letters, Nature, Nature Geosciences, Nature Communications, Sciences, Sciences Advances, Tectonics, etc.). De plus, il est à noter que le personnel d'appui à la recherche des plateaux techniques a également contribué de manière significative à ce succès, en publiant une quarantaine de travaux décrivant des avancées techniques. Ces membres du personnel sont systématiquement associés aux publications scientifiques qui ont fait usage de leurs services, soulignant ainsi la collaboration fructueuse au sein du laboratoire.

Cette solide dynamique en matière de production scientifique est en constante augmentation, en grande partie grâce à l'expansion du nombre de CDD (contrats doctorant et post-doctorant) sur les projets financés, notamment par des organismes tels que l'ERC, et l'ANR.

En ce qui concerne l'impact croissant des publications dans le domaine des sciences du sol, il reflète l'orientation thématique du laboratoire, qui se situe dans un domaine en plein essor.

Enfin, une grande importance est accordée à l'ouverture des données et au choix des journaux scientifiques pour garantir l'intégrité scientifique. Une charte en la matière est intégrée au règlement intérieur de l'unité, et les membres sont pleinement sensibilisés à ces principes, renforçant ainsi l'engagement envers la recherche de qualité et la transparence.

## Points faibles et risques liés au contexte pour les trois références ci-dessus

Au cours de la période, la proportion de publications en open access, 2/3, semble stagner.

Pour satisfaire en particulier aux obligations liées aux ERC, l'unité publie une partie importante de ses articles en gold open access (l'auteur paie, le lecteur ne paie pas). Le risque lié au contexte est que ce modèle, encouragé par les éditeurs scientifiques majeurs, devienne dominant par rapport au modèle diamond dans lequel ni l'auteur, ni le lecteur ne paient, les frais étant pris en charge au travers du soutien des organismes de recherche aux journaux.

## DOMAINE 4 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ

### Appréciation sur l'inscription des activités de recherche de l'unité dans la société

Le laboratoire a marqué son engagement dans l'innovation en obtenant un brevet pour le développement d'un inclinomètre longue base basé sur la technologie des capteurs à fibre optique. Cette avancée technologique témoigne des capacités de l'unité à repousser les limites conventionnelles des instruments scientifiques.

Par ailleurs, les collaborations avec des partenaires industriels (Total, Ademe, Axa) dans divers projets soulignent une volonté de traduire les travaux de recherche fondamentale en solutions pratiques et applicables.

En parallèle, afin de renforcer la communication interne et externe de l'unité et de partager de manière efficace les réalisations du laboratoire, un poste dédié à la communication a été créé sur fonds propres en mutualisation avec le Laboratoire de météorologie dynamique.

- 1/ L'unité se distingue par la qualité et la quantité de ses interactions avec le monde non-académique.*
- 2/ L'unité développe des produits à destination du monde culturel, économique et social.*
- 3/ L'unité partage ses connaissances avec le grand public et intervient dans des débats de société.*

## Points forts et possibilités liées au contexte pour les trois références ci-dessus

Plusieurs projets illustrent les interactions de l'unité avec le monde non-académique et le grand public. Le comité cite notamment la sismologie citoyenne qui a démontré que des équipements à faible coût, hébergés par des volontaires, peuvent fournir des données précieuses pour l'analyse des séismes et de leurs répliques. De même la méthode de paléothermométrie Raman a permis la toute première cartographie des températures de carbonisation de la cathédrale Notre-Dame de Paris, à la suite à l'incendie majeur de 2019.

Le LG-ENS a joué un rôle essentiel dans la publication du nouvel Atlas de l'Océan Indien, destiné aux enseignants du monde entier, d'une part, et dans l'ouvrage La Terre à l'œil nu, conçu spécialement pour le jeune public, d'autre part.

L'embauche d'une chargée de communication a facilité le transfert des informations à l'extérieur du laboratoire dans le cercle de la recherche (brèves INSU, articles dans The Conversation) mais également au niveau du grand public.

Les travaux expérimentaux novateurs développés par le laboratoire, par exemple autour des presses, ont permis de développer les méthodologies portées par les chercheurs de l'unité.

Le plateau technique Observationnel développe une instrumentation géodésique, terrestre et sous-marine, innovante pour répondre aux besoins thématiques du LG-ENS mais aussi de la communauté nationale. Le

plateau a conçu et breveté au niveau international en 2019 un Inclinomètre longue base (ILB) optique couplé à un capteur de déplacement à interférométrie laser à fibre optique sans contact développé en collaboration avec le Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes, LAAS-CNRS à Toulouse. Ce concept a fait l'objet d'un transfert industriel suite à une demande du CERN (Centre européen de recherche nucléaire) en 2019 (projet FUI MIRZA (Fonds unique interministériel : maturation industrielle des techniques inclinométriques, coll. Géosciences Montpellier).

Le DAE fait aussi état d'une nouvelle demande de brevet a récemment été acceptée par l'université PSL pour un inclinomètre et un pressiomètre optique marin développé par le plateau technique Observationnel.

### Points faibles et risques liés au contexte pour les trois références ci-dessus

Les liens avec les compagnies pétrolières risquent d'être rendus difficiles dans le contexte de la décarbonation et de la transition énergétique.

Les grandes thématiques scientifiques développées dans l'unité contribuant aux enjeux sociétaux associés sont peu mises en évidence.

## ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'UNITÉ

L'unité souhaite se structurer en deux équipes, Surface & Réservoir et Déformation & Structures. La stratégie de fusion des équipes Failles & Séismes et Géodynamique & Structures en une seule équipe Déformation & Structures est pertinente compte tenu des intersections entre les thématiques abordées dans les deux équipes actuelles.

L'unité suit une stratégie de renforcement des moyens de calcul intensif et traitement de données avancé. Un nouveau plateau technique Calcul numérique et informatique est créé pour le prochain contrat quinquennal, en phase avec les besoins analytiques exprimés par les personnels. L'unité compte créer un poste d'ingénieur de recherche en support à ses activités.

L'unité s'engage à accroître la communication entre les différentes catégories de personnels. La proposition d'une réunion mensuelle associant informations scientifiques et générales permettra une diffusion plus systématique à l'ensemble du personnel. Cette réunion pourra aussi être le lieu pour les personnels de s'exprimer.

La communication vers l'extérieur est aussi mise en avant avec la volonté de pérenniser le poste de chargé de communication mutualisé à l'échelle du département.

Les actions transversales à l'unité (Empreinte Carbone, Égalité et Diversité) seront poursuivies au cours du prochain contrat quinquennal. Ce sont des bons moyens pour créer des interactions entre les personnels de l'unité.

L'unité souhaite poursuivre la dynamique scientifique par le dépôt à des appels à projets de haut niveau. La responsabilité récente dans deux PEPR (OneWater et FairCarboN) illustre le potentiel de l'unité dans cette dynamique. Les recherches de l'unité s'intègrent parfaitement dans les projets de grands programmes de recherche de l'université PSL (SmartWave, Terrae).

L'unité a pris en compte la problématique de la pyramide des âges par la définition de profils de poste innovants pour attirer des candidatures. La pyramide des âges de tout le personnel permanent révèle qu'environ un tiers des effectifs devrait prendre leur retraite au cours du prochain mandat. Le remplacement et le renouvellement de ces membres du personnel, dotés d'une grande expérience, représentent un défi majeur pour l'unité.

La direction suit une politique volontariste pour accueillir des femmes au sein de l'unité avec une parité systématique dans les candidats présentés aux différents concours. Toutefois, les résultats de cette dynamique sont encore infructueux, mais cette volonté est maintenue pour le prochain contrat quinquennal.

L'unité poursuit son effort pour améliorer l'environnement administratif du laboratoire au travers, notamment, de la pérennisation des CDD financés sur fonds propres par le laboratoire au cours du précédent mandat.

## RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

### *Recommandations concernant le domaine 1 : Profil, ressources et organisation de l'unité*

L'unité de recherche est en croissance rapide, notamment grâce aux récents succès aux appels à projets compétitifs (ERC, PEPR, etc.), ce qui impose une formalisation accrue des structures de gouvernance. Dans ce contexte, il est impératif de consolider et de renforcer les ressources administratives et la gestion de l'unité.

Le comité recommande d'organiser des échanges préliminaires aux dépôts des projets entre les chercheurs et les personnels d'appui à la recherche pour anticiper les exigences administratives et techniques, évaluer les charges de travail, et obtenir une vision globale des projets envisagés. En parallèle, il faut quantifier et élaborer un budget pour les besoins administratifs, notamment l'embauche de personnel dédié à la gestion des projets lourds.

Pour clarifier le processus décisionnel, la direction de l'unité est encouragée à définir des protocoles et des structures de gouvernance claires, en veillant à ce que toutes les parties prenantes soient représentées : formaliser des réunions régulières avec un ordre du jour, un procès-verbal, et une diffusion à tous les personnels.

Actuellement, l'absence de règles claires concernant l'utilisation des coûts indirects des projets est constatée. Afin d'améliorer cette situation, l'élaboration de lignes directrices communiquées à l'ensemble de personnels permettra une utilisation plus efficace de ces ressources financières.

L'unité est encouragée à déployer une stratégie proactive durant le mandat à venir afin d'anticiper les départs en retraite et optimiser l'utilisation de tous les moyens de recrutement disponibles tels que les mutations, les chaires de professeur junior, les chaires d'excellence de l'ENS, les professeurs attachés, etc.

L'augmentation rapide du volume d'activité en calcul scientifique, en traitement intensif de données et en intelligence artificielle (IA) demande une réflexion de l'unité quant à la structuration et à la mutualisation du plateau technique correspondant, et à sa pertinence par rapport aux solutions de mutualisation à l'échelle régionale et surtout nationale, quand celles-ci peuvent se substituer efficacement et écologiquement au maintien de ressources locales.

Pour assurer la sécurité budgétaire des plateaux techniques, le comité recommande d'envisager des alternatives au cas où les réponses positives aux AAP ne seraient pas renouvelées à l'avenir et que les dotations institutionnelles ne suffiraient plus à financer la maintenance.

La finalisation de la mise en place d'un livret d'accueil pour les nouveaux arrivants pourra faciliter leur intégration et leur fournir les informations essentielles sur l'unité. Par ailleurs, une information claire sur les modalités d'accès aux plateaux techniques du laboratoire aiderait tous les personnels de l'unité, notamment les doctorants et les post-doctorants. Afin de répondre à ce besoin, ces informations pourraient être intégrées au livret d'accueil. L'objectif est de rendre plus claires les procédures liées à l'utilisation des plateaux techniques, garantissant ainsi une utilisation optimale de ces ressources.

Le personnel est revenu spontanément au laboratoire à la suite de la période COVID, ce qui démontre une ambiance positive. Toutefois, des politiques et des procédures claires sont à mettre en place pour assurer une mise en œuvre efficace et équitable du télétravail, en accord avec les réglementations en vigueur.

Développer davantage le site web en le rendant plus interactif, informatif et attrayant renforcera la visibilité du laboratoire, facilitera la collaboration externe et contribuera à renforcer le positionnement au sein de la communauté scientifique.

Enfin, le comité recommande d'organiser fréquemment des communications vulgarisées des projets de recherche auprès des personnels d'appui à la recherche, et d'intensifier la communication autour des enjeux sociétaux.

Compte tenu des difficultés administratives rencontrées par l'unité avec certains services de ses deux tutelles principales, le comité recommande de remédier aux problèmes identifiés avec la DR02 du CNRS et le service financier de l'ENS afin d'accompagner efficacement les activités de recherche de l'unité.

## *Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité*

Le comité recommande de coordonner les demandes de financement de manière à aligner le potentiel de demandes raisonnablement accessibles sur les capacités d'accompagnement du laboratoire.

La durée des thèses est en moyenne de 39 mois. Il est recommandé d'anticiper chaque situation de fin de thèse afin que la durée du contrat doctoral ou des financements soit discutée explicitement lors des comités de suivi de thèses, et que les objectifs de la thèse soient en accord avec ces délais.

Enfin, les relations avec les chercheurs invités mériteraient d'être établies formellement pour quantifier plus précisément l'apport et la réciprocité dans ces collaborations.

## *Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique*

L'unité est encouragée à poursuivre sa politique de production scientifique très satisfaisante et à accroître le volume de ses publications dans des journaux internationaux adoptant le modèle diamond, caractérisé par l'absence de frais pour les auteurs et les lecteurs. Dans ce cadre, les coûts associés sont pris en charge par des canaux de financement provenant d'organismes scientifiques.

L'unité est aussi encouragée à utiliser davantage la base de référencement HAL.

## *Recommandations concernant le domaine 4 : Inscription des activités de recherche dans la société*

Afin de poursuivre les développements entrepris par l'unité sur le volet communication, pérenniser le poste de chargé de communication sera nécessaire.

Le comité recommande de poursuivre les actions de recherche engagées dans la société, comme la sismologie citoyenne dont l'unité a été motrice en France.

La prise de relais des membres juniors de l'unité en termes de communication et médiation scientifique doit être encouragée par la direction et accompagnée par les membres seniors.

## ÉVALUATION PAR ÉQUIPE OU PAR THÈME

**Équipe 1 :** Surface & Réservoir

Nom du responsable : M. Jérôme Fortin

### THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe Surface & Réservoirs est une équipe pluridisciplinaire créée lors du dernier quinquennal, dont les thèmes de recherche sont le cycle de l'eau, le cycle du carbone et la signature géophysique des roches saturées en fluides. De nombreuses passerelles existent entre ces thèmes. Les approches sont diverses associant géomorphologie, hydrogéologie, dynamique des sols de l'échelle nanométrique au bassin versant, stockage géologique du carbone, propriétés élastiques des roches saturées en fluides avec une approche couplant laboratoire et terrain, et, enfin, détermination des propriétés mécaniques et hydrodynamiques des roches réservoirs.

### PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe a été créée au cours de cette période (2017-2022). Le rapport précédent ne contenait donc pas de recommandation particulière sur cette équipe.

### EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	5
Chargés de recherche et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	8
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	3
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	9
Doctorants	12
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>24</b>
<b>Total personnels</b>	<b>32</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe a une renommée internationale remarquable, soutenue par une production scientifique excellente, et le portage de nombreux projets d'envergure (p. ex., 2 PEPR, 1 ERC, projets avec des industriels). Cette notoriété se traduit par un attrait fort, manifesté par le recrutement réussi de trois jeunes chercheurs talentueux, un excellent taux de succès aux appels à projets compétitifs, et des distinctions

importantes.

Avec le renouvellement des personnels, les membres de l'équipe ont su maintenir une activité dynamique et une pertinence des thématiques développées au fil des années, adaptant constamment leurs travaux pour rester en phase avec l'évolution rapide du paysage scientifique dans ce domaine. La dynamique très positive de l'équipe se manifeste aussi dans sa volonté de partager les résultats et de diffuser les connaissances, y compris auprès du grand public.

## Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe se distingue par une excellente productivité, qui se démarque notamment par son impact scientifique fort parmi les équipes de recherche de taille similaire. De plus, elle bénéficie de ressources et d'un budget bien équilibré, couvrant diverses sources de financement, notamment européennes, publiques et privées.

L'engagement fort de l'équipe dans la communauté scientifique nationale est exemplaire, avec deux de ses membres en tant que porteurs de deux projets PEPR, directement liés à des enjeux sociétaux cruciaux tels que la gestion de la ressource en eau et le cycle du carbone. De plus, les publications issues de l'équipe sont à l'origine d'avancées significatives dans la compréhension de la dynamique du carbone (qu'il soit stable ou pyrogénique) dans les sols, ainsi que dans sa modélisation numérique (p. ex., *Nature*, *Biogeosciences*, *Soil Biology and Biochemistry*, *Global Biogeochemical Cycles*).

Enfin, l'équipe entretient des liens solides avec la société, en se focalisant sur des thématiques porteuses telles que le développement de solutions techniques pour la capture et le stockage du CO<sub>2</sub>, ainsi que la gestion des ressources en eau. Ces collaborations s'étendent même à des partenariats industriels, comme par exemple avec Vinci Technologies.

## Points faibles et risques liés au contexte

Le faible nombre d'enseignants-chercheurs dans cette équipe soulève la question des liens entre les membres de l'équipe et les étudiants, en particulier en master, et peut susciter des préoccupations quant à l'ampleur des interactions pédagogiques dans ce contexte académique sur une thématique en pleine essor.

## Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe est récente, ayant été formée lors du dernier quinquennat, mais elle s'est stabilisée grâce à la gestion réussie de nombreux projets et au recrutement de nouveaux membres. Elle a rassemblé l'expertise nécessaire pour mener à bien des projets à l'échelle nationale et internationale. Un point de vigilance pourrait être le fait que l'équipe est composée de 20 post-doctorants, sur un total de 48 au sein de l'unité. Cela soulève des questions concernant sa pérennité à long terme.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande à l'équipe de veiller à poursuivre ses efforts de collaboration avec les expertises en mécanique des roches et sismologie de la nouvelle équipe Déformation & Structures, et aussi dans le cadre du rapprochement avec l'École des mines.

Les projets en lien avec l'intelligence artificielle étant en dynamique croissante au sein de l'unité, une approche commune avec la future équipe Déformation & Structures est à construire afin d'optimiser les moyens techniques et humains.

L'équipe devra veiller à maintenir au mieux ses actions de médiation scientifique et de sensibilisation envers le grand public.

**Équipe 2 :** Failles & Séismes  
 Nom du responsable : M. Harsha Suresh Bhat

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe Failles & Séismes se distingue par sa pluridisciplinarité, où la synergie entre différentes disciplines est un élément essentiel de l'approche développée pour mesurer, caractériser et comprendre le fonctionnement des failles actives et les risques associés tout au long du cycle sismique. L'approche principale repose sur une interaction entre des méthodes d'observation géodésiques (Interferometric synthetic aperture radar, InSAR ; Global Navigation Satellite Systems, GNSS), sismologiques et de mécanique des roches expérimentale. Cette démarche est enrichie par des méthodes d'intelligence artificielle, ainsi que la modélisation théorique et numérique du cycle sismique, ce qui permet d'explorer les propriétés fondamentales des systèmes de failles et différents régimes de déformations, des mécanismes de glissement lent et asismique jusqu'à la dynamique de la rupture sismique. La résolution spatiale et temporelle des données obtenues permet de comprendre les processus qui se déroulent de l'échelle du minéral à celles des profondeurs de plusieurs dizaines à centaines de kilomètres.

L'équipe a aussi démontré l'utilité des instruments sismologiques à faible coût pour une analyse rapide des séismes et une anticipation plus précise des évolutions des répliques sismiques, en particulier dans les régions économiquement défavorisées.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe a été créée au cours de cette période quinquennale (2017-2022). Le rapport précédent ne contenait donc pas de recommandation particulière sur cette équipe.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	2
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	4
Chargés de recherche et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche	2
Sous-total personnels permanents en activité	9
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	9
Doctorants	7
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>16</b>
<b>Total personnels</b>	<b>23</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe bénéficie d'une renommée internationale remarquable, soutenue par une production scientifique de haut niveau et par une attractivité exceptionnelle. Cette notoriété se traduit par des succès scientifiques marquants, manifestés par un excellent taux de succès aux appels à projets compétitifs,

notamment européens (p. ex., ERC), et des distinctions prestigieuses (p. ex., IUF, AGU, Académie des sciences). La dynamique très positive de l'équipe se manifeste aussi dans sa volonté de partager ses résultats et de diffuser les connaissances, y compris auprès du grand public.

## Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe se distingue par son dynamisme scientifique, caractérisé par un taux de réussite exceptionnel aux appels à projets compétitifs (tant au niveau national avec deux ANR et de nombreux projets financés par CNRS/INSU, Cnes, Andra, qu'au niveau européen avec trois ERC et international avec un Interreg Caraïbes), ainsi que par un niveau élevé de publications dans des revues à impact international reconnu (p. ex., Nature, Nature Communications, Science, Journal of Geophysical Research, Geophysical Journal International). Cette excellence scientifique a été couronnée par de nombreuses distinctions prestigieuses, notamment de la part de l'Académie des sciences, de l'American Geophysical Union aux États-Unis, et de l'Institut universitaire de France.

Par ailleurs, l'équipe a fait preuve d'une capacité remarquable à développer de nouveaux instruments performants, et parfois unique au monde, notamment dans le domaine des expériences de mécanique des roches soumises à des contraintes et températures élevées. De plus, la mise en place de nouveaux outils de traitement du signal géodésique basés sur l'intelligence artificielle a ouvert la voie à des avancées majeures dans la détection des déformations millimétriques liées aux glissements sismiques sur les failles. Dans le domaine de la sismologie citoyenne, l'équipe a été précurseur en développant une nouvelle approche de recherche qui repose sur l'installation de réseaux de capteurs à bas coût chez les particuliers.

Le savoir-faire de l'équipe en matière de simulations numériques de la rupture dynamique des séismes a conduit à d'importantes découvertes. Celles-ci incluent l'ouverture des failles de chevauchement lors du glissement sismique, l'identification d'une nouvelle signature de transition vers la propagation supersonique dans la zone endommagée des failles, ainsi que la modélisation de la génération de tsunamis par des séismes supersoniques.

## Points faibles et risques liés au contexte

L'équipe est très impliquée dans des projets de recherche qui nécessitent une gestion administrative de plus en plus complexe, ce qui pourrait potentiellement peser sur la charge de travail des chercheurs et des enseignants-chercheurs.

L'équipe se compose principalement de six membres en carrière avancée, dont quatre directeurs de recherche (DR) et deux professeurs des universités (PR), avec seulement un chargé de recherche (CR) et aucun maître de conférences (MCF).

En ce qui concerne la diversité de genre, l'équipe comprend un total de neuf membres, à la fois des chercheurs et du personnel d'appui à la recherche, mais il est important de noter que seulement une femme est présente au sein de l'équipe.

## Analyse de la trajectoire de l'équipe

La fusion entre l'équipe Séismes & Failles et l'équipe Géodynamique & Structures doit être gérée avec une vision à plus long terme visant à assurer la pérennité de cette nouvelle équipe au-delà de la période contractuelle quinquennale.

Cette fusion passe aussi par un renforcement des ressources humaines en recrutant de nouveaux enseignants-chercheurs, chercheurs et personnels de soutien à la recherche. Cette démarche permettra de garantir le succès de la fusion et de maintenir une orientation de recherche solide.

De plus, il est essentiel de développer davantage les aspects liés à l'intelligence artificielle, car cela pourrait représenter un domaine prometteur pour cette nouvelle équipe et contribuer à renforcer sa position dans le paysage national et international de la recherche scientifique.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande à l'équipe de veiller à poursuivre ses efforts de collaboration avec les expertises de l'équipe Surface & Réservoirs.

Il est nécessaire de clarifier la relation de l'équipe avec les plateaux techniques. Il faudra veiller à renforcer l'équipe de personnel d'appui à la recherche qui est sous-dimensionnée pour répondre aux besoins croissants de certaines activités très techniques.

Un autre défi réside dans le nombre limité d'enseignants-chercheurs (2 enseignants-chercheurs pour 5 chercheurs), ce qui à long terme pourrait entraîner un manque de liaison entre la formation et la recherche, ainsi qu'un vivier d'étudiants insuffisamment formés dans les domaines scientifiques spécifiques de l'équipe.

La question de la pérennisation de certaines activités de recherche liées au BRGM est soulevée, notamment en raison de la dépendance à un seul membre du personnel BRGM associé à l'équipe.

Enfin, la pérennisation de certaines activités de recherche suite au départ à la retraite de certains membres de l'équipe et ceux à venir nécessite un examen attentif.

Les projets en lien avec l'IA étant en dynamique croissante au sein de l'unité, une approche commune avec l'équipe Surface et Réservoirs est à construire afin d'optimiser les moyens techniques et humains.

L'équipe devra veiller à maintenir au mieux ses actions de médiation scientifique et de sensibilisation envers le grand public.

**Équipe 3 :** Géodynamique & Structures

Nom du responsable : M. Matthias Delescluse

## THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe Géodynamique & Structures se consacre à la mesure et à la modélisation des déformations de la Terre découlant des processus géodynamiques internes tels que les séismes et la convection du manteau, tout en explorant leurs interactions avec les processus de surface tels que l'érosion, le volcanisme, l'hydrothermalisme et l'altération. Cette démarche implique l'utilisation de techniques géophysiques et d'études géologiques à la fois sur terre et en milieu marin.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le précédent rapport n'a pas fait état de recommandations à l'échelle de l'équipe.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : EN PERSONNES PHYSIQUES AU 31/12/2022

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	1
Directeurs de recherche et assimilés	3
Chargés de recherche et assimilés	3
Personnels d'appui à la recherche	2
Sous-total personnels permanents en activité	10
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	4
Doctorants	6
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>12</b>
<b>Total personnels</b>	<b>20</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

Au travers de succès scientifiques marquants, de développements analytiques, de campagnes d'acquisition de données ambitieuses, et de collaborations internes judicieuses, l'équipe a parfaitement incarné sa raison d'être qui est l'observation et l'explication du lien entre déformations et processus géodynamiques, de l'échelle locale à l'échelle globale. L'activité scientifique a été portée par une dynamique importante matérialisée par des succès aux appels à projets compétitifs, dont trois campagnes CNFH et une ERC (Augury : Reconstructing Earth's mantle convection). Les acquis de sa méthodologie, de son approche et de sa dynamique pourront porter la nouvelle équipe Déformations et structures dans laquelle les personnels seront intégrés pour le prochain quinquennal.

## Points forts et possibilités liées au contexte

Une synergie remarquable a été développée entre les activités liées à l'accrétion océanique et aux failles sous-marines. Cette dynamique se manifeste par des succès dans l'organisation de campagnes en mer, notamment le projet Arc-en-Sub, ainsi que par des recherches avancées sur des méthodes novatrices de traitement des signaux géophysiques marins, en partenariat avec Fraunhofer Kaiserslautern (publiées par ex. dans Geophysical Prospecting). La part du financement de l'unité apportée par le succès de l'équipe aux appels d'offres liés aux campagnes en mer est aussi appréciable et valorisée à plus de 3.5 M€ pendant la période de référence. L'apport scientifique de ce volet marin aux activités de l'unité entière est aussi à souligner.

La fusion de l'équipe Géodynamique & Structures avec l'équipe avec l'équipe Failles & Séismes est déjà effective à travers l'utilisation d'un environnement commun de traitement des données développant une approche par apprentissage automatique et apprentissage profond à la fois pour les données acoustiques (G&S) et les données InSAR (F&S).

Les simulations géodynamiques globales établissent une référence internationale en la matière, définissant ainsi l'état de l'art dans ce domaine, illustrée par des publications à fort impact (p. ex. Science Advances).

L'équipe est également engagée de manière continue dans des projets historiques au sein du laboratoire, tels que la contribution au projet Chili. Ce dernier est souvent informellement qualifié de plateforme observationnelle, grâce à laquelle l'équipe est en mesure de recueillir des observations à long terme et d'obtenir des données cruciales pour mieux comprendre la viscosité de l'asthénosphère (p. ex. Geophysical Journal International).

L'équipe est dynamique en matière de diffusion de la culture scientifique vers la société, comme en témoignent ses participations à l'élaboration de l'atlas de l'Océan Indien et à l'ouvrage collectif La Terre à l'œil nu.

## Points faibles et risques liés au contexte

Les activités de modélisation dynamique des systèmes géophysiques sont toujours représentées à un haut niveau scientifique au sein de la future équipe Déformations & Structures. Toutefois, il est important de noter que suite aux départs de plusieurs personnels à la retraite et dans d'autres universités, un déséquilibre apparaît entre l'effectif dédié à l'acquisition et au traitement de données et celui dédié à leur modélisation.

Les possibilités offertes par le LRC Yves Rocard semblent sous-utilisées par l'équipe, bien que ses thématiques de recherche correspondent parfaitement à celles du LRC.

L'équipe est constituée de dix membres permanents, avec seulement une femme. Cette situation souligne un déséquilibre en termes de genre au sein de l'équipe permanente.

## Analyse de la trajectoire de l'équipe

Comme c'est le cas pour l'équipe Failles & Séismes avec laquelle elle fusionne, l'équipe Géodynamique & Structures voit le champ de ses activités investir le domaine de l'IA pour le traitement du volume important de données dont elle fait l'acquisition. Un des aspects essentiels pour la réussite de la fusion est donc une réflexion poussée concernant les moyens mutualisés, à l'échelle du laboratoire, de la région ou de la France, auxquels les chercheurs auront accès afin de développer ces activités.

Le maintien d'un niveau d'activité fort en modélisation dynamique des systèmes géologiques au sortir de la fusion passera probablement par la mise en priorité par le laboratoire de l'embauche dans ce domaine.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

La future équipe Déformation & Structures que rejoindront les personnels de l'équipe Géodynamique & Structures devra veiller à amplifier la synergie existante entre les activités d'acquisition de données, et celles liées à leur interprétation en termes de dynamique des systèmes géologiques. Ceci pourra passer, en particulier, par le recrutement de jeunes chercheurs et par une réflexion à l'échelle du laboratoire en termes de synergie entre moyens de calcul et données hautes performances locaux, régionaux et nationaux.

## DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

### DATES

**Début :** 14 novembre 2023 à 08h00

**Fin :** 15 novembre 2023 à 18h00

**Entretiens réalisés : en présentiel et en distanciel**

### PROGRAMME DES ENTRETIENS

#### Programme des entretiens Hcéres – LG-ENS

**9 novembre : visite plateformes en présentiel**

**14 et 15 novembre 2023 : entretiens en distanciel**

#### Pré-visite - jeudi 9 novembre

##### Séance plénière – en présentiel puis dans l'enceinte du laboratoire

Présence : 3 membres du comité, conseillère scientifique (CS) Hcéres, représentants des tutelles, direction de l'unité, responsables des équipes, ouvert au personnel de l'unité

10h00 – 12h00 **Visite et bilan des plateformes** - courte présentation des plateformes par les responsables de plateformes (10+5min chacun), suivie d'une visite des locaux

#### Lundi 13 novembre

##### 8h30-9h30 Réunion à huis clos du comité d'experts

Présence : membres du Comité, CS Hcéres

#### Entretiens - Jour 1, Mardi 14 novembre

##### Séance plénière – en salle 314, avec lien visio

Présence : membres du comité, conseillère scientifique (CS) Hcéres, représentants des tutelles, direction de l'unité, responsables des équipes, ouvert au personnel de l'unité

8h30 - 8h50 **Accueil du comité et des participants**

8h50 – 9h00 **Introduction de la visite par la CS Hcéres** (Sylvie Bourquin)

9h00 - 10h30 **Présentation de l'UMR : bilan des activités** = 45 min de présentation + 45 min d'échange

10h30 - 10h50 = Pause

10h50 - 11h25 **Présentation du Bilan Equipe : Failles et séisme** = 20 min + 15 min

11h25 - 11h55 **Présentation du Bilan Equipe : Surface et réservoirs** = 20 min + 15 min

11h55 - 12h30 **Présentation du Bilan Equipe : Géodynamique et structure** = 20 min + 15 min

12h30 – 13h30 = Pause déjeuner

13h30– 15h00 **Présentation de trajectoire de l'UMR** – Nouvelle direction (15min), Equipe Surface et réservoirs (15min), Equipe Déformation et Structures (15min) + 45min

#### Début des séances en huis clos – en salle E314, avec lien visio

15h00 – 16h00 **Rencontre huis clos avec les enseignants-chercheurs et les chercheurs de l'unité**

- Présence : membres du Comité, CS Hcéres, personnels concernés de l'unité, sans la direction de l'unité, et sans les responsables d'équipe.

16h15 – 18h00 **Réunion à huis clos du comité d'experts**

- Présence : membres du Comité, CS Hcéres

#### Entretiens - Jour 2, mercredi 15 novembre

##### Suite des séances en huis clos – en salle Serre, avec lien visio

9h15 – 10h15 **Rencontre huis clos avec les personnels d'appui à la recherche, administratifs et techniques et CDD administratifs et techniques de l'unité**

- Présence : membres du Comité, CS Hcéres, personnels concernés de l'unité avec les responsables de plateformes, sans la direction de l'unité.

10h15 – 10h30 = Pause

10h30 – 11h30 **Rencontre huis clos avec les doctorants, post-doctorants et CDD recherche**

- Présence : membres du Comité, CS Hcéres, personnels concernés de l'unité, sans la direction de l'unité.

11h30 – 12h30 **Rencontre huis clos avec les ancienne et nouvelle directions de l'unité et les responsables d'équipe**

- Présence : membres du Comité, CS Hcéres, directions de l'unité, responsables d'équipe, responsable administrative.

12h30 – 14h00 = Pause déjeuner

14h00 – 15h00 **Rencontre huis clos avec les tutelles**

- Présence : membres du Comité, CS Hcéres, représentants des tutelles, sans la direction de l'unité

15h – 15h45 **Réunion à huis clos du comité d'experts**

- Présence : membres du Comité, CS Hcéres

**Séance plénière - en visio**

15h45 – 16h00 **Message de conclusion du Président du comité** (Frédéric Cappa)

16h15 – 18h00 **Réunion à huis clos du comité d'experts**

- Présence : membres du Comité, CS Hcéres

18h00 **Fin des entretiens**

## OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

**Arnaud TOURIN**

Vice-président recherche, sciences et société

---

+33 1 80 48 59 13  
[arnaud.tourin@psl.eu](mailto:arnaud.tourin@psl.eu)

Paris, le 30 janvier 2024

M. Eric SAINT-AMAN  
Directeur  
Département d'évaluation de la recherche  
HCÉRES

**Référence** : DER-PUR250024139 - LG-ENS - Laboratoire de géologie de l'École Normale Supérieure.

Monsieur le Directeur,

Les tutelles du LG-ENS remercient chaleureusement l'ensemble des experts du Comité pour leur travail d'évaluation. Elles n'ont pas d'observations à formuler sur leur rapport.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, mes plus cordiales salutations.



Arnaud Tourin

Les rapports d'évaluation du Hcéres  
sont consultables en ligne : [www.hceres.fr](http://www.hceres.fr)

Évaluation des universités et des écoles  
Évaluation des unités de recherche  
Évaluation des formations  
Évaluation des organismes nationaux de recherche  
Évaluation et accréditation internationales



2 rue Albert Einstein  
75013 Paris, France  
T.33 (0)1 55 55 60 10

[hceres.fr](http://hceres.fr)

 [@Hceres\\_](https://twitter.com/Hceres_)

 [Hcéres](https://www.youtube.com/Hceres)