

## RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

LSCE - Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement

### SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines  
- UVSQ,

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives - CEA,

Centre national de la recherche scientifique - CNRS

---

**CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2024-2025**  
VAGUE E

Rapport publié le 24/04/2025



Au nom du comité d'experts :

Jean-Noël Thépaut, président du comité

Pour le Hcéres :

Coralie Chevalier, présidente

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. Jean-Noël Thépaut, European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) et World Meteorological Organisation (WMO)

Mme Urania Christaki, Université du Littoral, Wimereux (représentante du CoNRS)

Mme Anne-Lise Develle-Vincent, CNRS-USMB, Le Bourget du Lac (représentante du personnel d'appui à la recherche)

Mme Gwenaëlle Goude, Centre national de la recherche scientifique – CNRS, Aix en Provence

### Experts :

M. Stephan Jorry, Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer, Plouzané

M. Patrick Marchesiello, Institut de recherche pour le développement – IRD, Toulouse

Mme Cornelia Rumpel, CNRS, Thiverval-Grignon

Mme Nadia Sénéchal, université de Bordeaux (représentante du CNU)

## REPRÉSENTANTE DU HCÉRES

Mme Sylvie Bourquin

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

M. Cyrille Flamant, directeur adjoint scientifique océan atmosphère de l'Institut national des sciences de l'univers – Insu-CNRS

M. Gerhard Krinner, délégué scientifique de l'Insu

Anne-Isabelle Etienvre, directrice de la recherche fondamentale du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives - CEA

M. Ivan Laszak, représentant de la direction générale du CEA

Philippe Keckhuÿ, vice-président recherche de l'université Saint-Quentin-en-Yvelines -UVSQ

Mme Isabelle Homont, directrice de soutien à la recherche de l'UVSQ

## CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement
- Acronyme : LSCE
- Label et numéro : UMR 8212
- Nombre de thèmes : 4
- Composition de l'équipe de direction : M. Philippe Bousquet, directeur d'unité ; M. François-Marie Breon, directeur adjoint, chef d'installation CEA, suivi du personnel CEA, correspondant Cnes, suivi de la communication et des questions HSE, suivi des CDD (hors doctorants) ; M. Didier Roche, responsable des thèses, suivi des questions CNRS et IPSL ; M. Franck Bassinot, directeur adjoint, suivi des questions expérimentales ; Mme Maud Grenet, responsable administrative ; Mme Sandrine Manghi, assistante.

## PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

Sciences de la Terre et de l'Univers (ST3).

## THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

Le Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE) se consacre à la compréhension des climats et des environnements de la Terre, en combinant études passées, actuelles et futures. Il s'articule autour de quatre grandes thématiques principales qui s'appuient sur une expertise diversifiée : l'observation des changements climatiques, la modélisation climatique, les cycles biogéochimiques, et la datation.

Le thème « Archives et traceurs » se concentre sur l'étude de la variabilité climatique naturelle et de son impact historique et environnemental. Il utilise des traceurs isotopiques et géochimiques pour analyser la circulation océanique, les changements de CO<sub>2</sub> atmosphérique, et l'adaptation des sociétés humaines. Ces recherches permettent de comprendre l'évolution du climat, les interactions entre les civilisations et leur environnement, ainsi que les effets de l'activité humaine sur les écosystèmes et les sols.

Le thème « Cycles et transferts » étudie les échanges matière-énergie entre l'atmosphère, les surfaces terrestres et les océans pour comprendre le changement climatique et la qualité de l'air et des sols. Il développe des outils de mesure dans le cadre des infrastructures de recherche (IR) européennes (IR Icos Integrated Carbon Observing System, et IR Actris-France, Aerosol, clouds, traces gases research infrastructures). Il modélise les cycles du carbone et de l'eau (modèle Orchidée, Organising Carbon and Hydrology In Dynamic Ecosystems, de l'Institut Pierre-Simon Laplace, IPSL), et analyse les impacts des activités humaines et des changements d'usage des sols, en soutenant les services environnementaux européens tels que le programme Copernicus.

Le thème « Climat et cycles » utilise la modélisation pour comprendre les changements climatiques passés et actuels, anticipant ainsi les futurs scénarios climatiques. Il explore les climats passés (p. ex., Crétacé, Éocène et Holocène), l'impact humain (aviation, filière hydrogène), et les extrêmes climatiques (cyclones, vagues de chaleur). La participation au développement des modèles, notamment le modèle de surfaces continentales Orchidée, le modèle de chimie atmosphérique INCA, briques du modèle communautaire système Terre de l'IPSL, ainsi que le modèle iLOVECLIM, permet des simulations avancées, comme celles des changements de variabilité interannuelle et des phénomènes rares, fournissant des informations essentielles pour les politiques climatiques.

Les travaux du thème « LMC14 », instrument national de mesure du carbone quatorze, a une mission de service pour les communautés scientifiques, et ses recherches propres, visent à maintenir des performances internationales par des campagnes d'intercomparaison, assurant la fiabilité des datations pour la communauté scientifique. Ses développements analytiques portent sur des études environnementales et des applications en archéologie, notamment pour la datation de matériaux historiques comme le fer et le blanc de plomb, contribuant aussi à la lutte contre le trafic de biens culturels.

L'ensemble des travaux du LSCE, en collaboration avec des institutions nationales et internationales, apporte des contributions majeures aux rapports du Giec (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat), offrant des perspectives pour les politiques climatiques et la gestion des ressources naturelles.

## HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

Le LSCE, situé sur le plateau de Saclay, est un centre de recherche majeur pour l'étude des climats et des environnements terrestres, passés et présents. Son histoire débute en 1961 avec la création du Centre des Faibles Radioactivités (CFR) par le CEA et le CNRS à Gif-sur-Yvette, sous l'impulsion de Jacques Labeyrie, pour analyser les radioéléments dans l'environnement. Le CFR a progressivement élargi ses recherches aux paléoclimats et au cycle du carbone, devenant un acteur pionnier face à l'émergence de la question climatique.

Dans les années 1990, l'essor des supercalculateurs permet des avancées majeures en modélisation climatique, et le CEA crée le Laboratoire de Modélisation du Climat et de l'Environnement (LMCE) en 1991. Bientôt, le CFR et le LMCE commencent à collaborer, combinant leurs expertises respectives en observation et en modélisation, jusqu'à leur fusion en 1998 qui donne naissance au LSCE. Ce dernier s'intègre alors à IPSL, une fédération de

recherche en climatologie en Île-de-France.

En 2015, le LSCE se renforce avec l'intégration du LMC14, un instrument national de datation au carbone quatorze, spécialisé dans la chronologie des climats anciens. Le LSCE se développe et, en 2018, la majorité de ses équipes est regroupée dans le bâtiment ICE (Infrastructure Climat Environnement) à l'Orme des Merisiers. Bien que certains membres soient encore basés dans des bâtiments historiques du site de l'Orme des Merisiers, cette nouvelle infrastructure favorise l'intégration des travaux scientifiques.

Aujourd'hui, le LSCE est affilié à l'UVSQ depuis 2006. L'unité joue également un rôle important dans la formation, accueillant des étudiants et des doctorants, et collaborant avec des universités, dont l'Université Paris-Saclay (UPS).

## ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

Le LSCE est impliqué dans un écosystème scientifique européen à travers divers projets européens (ERC, Marie Curie, H2020, Horizon Europe, Copernicus) et des infrastructures de recherche (IR Icos, IR Actris). Il collabore au niveau mondial (Giec, Global Carbon Project, WCRP, Coupled Model Intercomparison Project - CMIP) et entretient des partenariats académiques avec des institutions américaines, européennes, et chinoises.

En France, le LSCE participe à de nombreux projets ANR et nationaux (PIA, France relance), et copilote des initiatives stratégiques comme le PEPR Traccs (transformer la modélisation du climat pour les services climatiques), EquipeEx Obs4clim (système d'observation intégré de l'atmosphère, incluant l'IR Actris et Icos), et l'institut de convergence Cland, en multiples partenariats (CNRS, CEA, UVSQ, université Paris-Saclay, Institut Polytechnique de Paris, Inrae, IRD, AgroParisTech, Cirad). Au niveau régional, le LSCE est intégré dans la fédération de recherche IPSL et l'école universitaire de recherche de l'IPSL Climate graduate school (EUR-IPSL CGS) et collabore avec le cluster EMS (Eau Milieux Sols). Il est associé à l'Observatoire de Versailles Saint-Quentin-en Yvelines (OVSQ) dans ses missions de recherche, formation, et observation.

De manière générale, l'unité joue un rôle important dans la formation, accueillant des étudiants et des doctorants, et collaborant avec des universités, dont l'université Paris-Saclay (UPS). Le LSCE est également impliqué dans l'institut d'intelligence artificielle DataIA (Institut Science des Données Intelligence et Société) et contribue à l'écosystème local de Paris-Saclay dans la gouvernance et des projets interdisciplinaires.

Le LSCE possède également une plateforme analytique en géosciences mutualisée avec Géops (Géosciences Paris Saclay) : Panoply, dont une grande partie des instruments est intégrée à différents sous-réseaux de l'IR Régef (Réseau géochimique expérimental français) permettant des analyses minéralogiques, élémentaires, moléculaires, isotopiques et des mesures de la radioactivité.

Le Laboratoire de mesure du Carbone-14 (LMC-14) réalise les mesures de carbone quatorze pour la communauté scientifique nationale. Son objectif est d'être un service de datation pour la communauté française avec (1) un volet sur la garantie et le maintien des performances analytiques au niveau international et (2) un volet sur les développements méthodologiques en particulier pour les domaines de l'environnement et des biens culturels.

80 % des services sont effectués pour des prestations externes au laboratoire et 20 % pour la recherche propre du laboratoire.

## EFFECTIFS DE L'UNITÉ : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	4
Maîtres de conférences et assimilés	6
Directeurs de recherche et assimilés	53
Chargés de recherche et assimilés	32
Personnels d'appui à la recherche	74
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>169</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	30
Personnels d'appui non permanents	46
Post-doctorants	8
Doctorants	78
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>162</b>
<b>Total personnels</b>	<b>331</b>

RÉPARTITION DES PERMANENTS DE L'UNITÉ PAR EMPLOYEUR : en personnes physiques au 31/12/2023. Les employeurs non tutelles sont regroupés sous l'intitulé « autres ».

Nom de l'employeur	EC	C	PAR
CEA	0	59	40
CNRS	0	25	26
UVSQ	8	0	6
AUTRES	2	1	2
<b>Total personnels</b>	<b>10</b>	<b>85</b>	<b>74</b>

## AVIS GLOBAL

Le comité est unanimement impressionné par l'excellence du LSCE qui est une référence mondiale pour les sciences de l'environnement grâce à plusieurs dimensions de son action et de son rayonnement.

Le LSCE se distingue par la qualité et l'impact de ses recherches. Ses travaux, souvent publiés dans des revues scientifiques de premier rang, contribuent à faire progresser la connaissance des mécanismes climatiques et environnementaux. Les enseignants-chercheurs et chercheurs (EC et C) du LSCE participent activement à des projets internationaux majeurs, tels que ceux du Giec, grâce leur expertise dans des domaines comme les cycles biogéochimiques, les modèles climatiques et les études paléoclimatiques. Cette excellence est renforcée par une approche collaborative qui associe des partenaires scientifiques à l'échelle européenne et mondiale.

Le LSCE attire des chercheurs de haut niveau français et étrangers. En effet, la production scientifique très importante et de très haute qualité et l'implication de l'unité dans des projets nationaux et européens sont remarquables et contribuent à son attractivité. Par ailleurs, l'unité a une politique d'accueil proactive et joue également un rôle clé dans la formation des jeunes EC, C et doctorants.

Grâce à son expertise et à son rôle consultatif, le LSCE est un interlocuteur privilégié des décideurs publics et des organisations internationales. Ses contributions influencent les politiques climatiques et environnementales,

et ses EC et C sont régulièrement sollicités par les médias pour commenter l'actualité climatique et expliquer les enjeux scientifiques. Cette visibilité traduit la reconnaissance de l'unité comme une source fiable et indispensable pour éclairer les débats de société. Par ailleurs, le LSCE joue un rôle de premier plan dans la diffusion scientifique académique à l'échelle mondiale. Là encore, un exemple concret de ce leadership est la participation active de ses EC et C aux travaux du Giec ou dans des projets phares tels que le PEPR Traccs ou le programme Copernicus, directement liés aux enjeux de services et de société.

Le LSCE mène également des actions de vulgarisation scientifique afin de sensibiliser le grand public aux problématiques climatiques. Par des conférences, des ateliers et des événements locaux, il s'efforce de rendre accessibles les résultats de la recherche et de susciter une prise de conscience des enjeux environnementaux. Cette démarche permet de renforcer le lien entre la recherche scientifique et la société, en particulier auprès des communautés locales, où l'unité joue un rôle actif et engagé.

À l'échelle européenne, le LSCE s'affirme comme une référence incontournable dans les domaines de la modélisation climatique et de l'étude de l'environnement. Son expertise en matière de simulation des processus climatiques, ainsi que dans l'analyse des cycles biogéochimiques, est largement reconnue et contribue à la formulation des politiques climatiques européennes. Par ailleurs, sur le plan national, le LSCE se positionne comme un acteur de référence dans l'étude et la conservation du patrimoine environnemental, mettant en lumière l'interaction entre les dynamiques climatiques et les écosystèmes locaux.

Malgré les contraintes liées à la taille conséquente de l'unité et aux infrastructures parfois inadaptées, le LSCE essaie de maintenir une forte cohésion interne. Les efforts collectifs déployés par les équipes, à tous les niveaux de la hiérarchie, témoignent d'une volonté commune de surmonter les obstacles et de favoriser la collaboration. Bien que la taille croissante de l'unité puisse limiter certaines interactions directes ou informelles entre EC et C, ces défis sont compensés par une organisation efficace et un engagement de la direction et des équipes qui maintiennent un environnement de travail dynamique et productif.

# ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

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

Le LSCE a apporté nombre de réponses significatives aux recommandations de 2018, notamment dans les domaines de la formation, des projets de recherche emblématiques et de la transversalité thématique (bien qu'un effort de priorisation reste à faire apparaître).

En ce qui concerne les produits et activités de recherche, le LSCE a renforcé ses liens avec ses tutelles (grâce à des projets emblématiques (p. ex., Cland, Semper Arctic - (Sense Making, Place Attachment and Extended networks of Resilience in the Arctic). Le recrutement en 2023 d'une chargée de valorisation pour les partenariats témoigne d'efforts structurés dans ce domaine. Pour la formation et l'encadrement, le LSCE a intensifié ses liens avec les universités et écoles d'ingénieurs (p. ex., Centrale Supélec, École normale supérieure ; masters, cours spécialisés) et soutient des thèses interdisciplinaires. Une structure formelle de suivi des doctorants est en place.

En ce qui concerne l'organisation et la vie de l'unité, la mise en place d'une lettre de cadrage clarifiant les missions du Conseil Scientifique et Technique (CST) a partiellement répondu aux attentes. Cependant, son rôle est resté limité en raison d'un manque de données disponibles et de la complexité organisationnelle. Le CST s'est dissout en 2023. Par ailleurs, aucune cellule consacrée au transfert et à la formation n'a été créée, mais des initiatives indirectes ont été mises en œuvre (recrutement d'une chargée de valorisation et suivi des doctorants). La structuration reste sans doute inférieure aux attentes de la recommandation initiale. En revanche, Le LSCE a instauré des mesures pour améliorer l'accueil et le suivi des non-permanents (réunions, enquête sur leur devenir, sensibilisation). Ces actions témoignent d'un engagement réel dans ce domaine. Enfin, la plateforme Panoply a renforcé les échanges entre équipes techniques, avec la perspective d'un pôle technique structuré dans les années qui viennent.

Les recommandations concernant les perspectives scientifiques à cinq ans ont été adéquatement suivies. Le LSCE a pris des initiatives ambitieuses, comme le livre blanc sur les paléoclimats et le lancement de projets innovants (p. ex., environnement urbain, biogéochimie marine). Par ailleurs, des projets entre les thèmes, des animations scientifiques et des publications transversales montrent un effort soutenu pour renforcer les liens, entre autres, entre les thèmes 1 et 3. Enfin, les progrès dans la structuration des projets et l'utilisation systématique d'outils prospectifs (p. ex., analyse SWOT) reflètent une planification stratégique pertinente.

Concernant la recommandation de priorisation des appels à projets, la direction ne souhaite pas filtrer les réponses aux appels d'offres et justifie son choix. Puisque le LSCE traite des thématiques de haute importance sociale, il semble difficile de réduire les activités dans ce domaine en croissance au vu des défis globaux. Toutefois, la direction est consciente que la croissance ne peut pas être infinie et qu'elle entraîne des risques nécessitant de rester vigilant sur ce point. Il est à noter qu'en accord avec les recommandations une équipe du thème 2 a cessé son activité.

Le LSCE a intensifié ses liens avec le secteur privé, comme recommandé en 2018, et développé des collaborations avec trois entreprises. Il s'est engagé dans cinq thèses financées par des conventions Cifre.

## B - DOMAINES D'ÉVALUATION

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

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

Les objectifs scientifiques du LSCE sont motivés par les succès et la réputation de cette unité imposante. Le LSCE dispose d'un potentiel exceptionnel pour ouvrir de nouvelles voies de recherche. L'enjeu est ici de maintenir un équilibre entre des projets de grande envergure, que peu d'unités peuvent se permettre d'aborder, et des recherches plus fondamentales, innovantes ou exploratoires.

## Appréciation sur les ressources de l'unité

Le LSCE dispose de moyens humains et matériels importants, permettant des développements majeurs en instrumentation et en modélisation, ainsi que des projets d'envergure internationale. Son intégration au sein de l'IPSL lui permet également de bénéficier de la mutualisation des moyens instrumentaux, spatiaux et numériques des différentes unités de recherche parisiennes. L'enjeu est de ne pas disperser ses ressources. En effet, l'utilisation massive de ressources humaines temporaires affaiblit la capitalisation des compétences. Un autre défi est de mieux gérer son engagement en faveur des services environnementaux, gourmands en ressources.

## Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

Le LSCE présente une organisation centralisée avec une direction et des équipes support intervenant en appui aux trois thèmes, qui forment une strate intermédiaire de direction scientifique. Le fonctionnement reposant sur les ressources importantes des projets, a une forte activité et un succès indéniable. En revanche, cela ne permet pas l'émergence d'une animation scientifique transverse à l'échelle de l'unité, d'autant que les équipes sont dispersées dans plusieurs bâtiments et il manque des espaces communs à l'ensemble de la structure pour assurer la cohésion. L'utilisation non systématique de l'anglais pour la communication interne est un frein à l'intégration des personnels non francophones.

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

#### Points forts et possibilités liées au contexte

Les atouts du LSCE résident dans son dynamisme et capacité d'action dans un domaine porteur, très attendu sur le plan sociétal. L'unité poursuit un équilibre entre recherche fondamentale et lien avec la société en comptant sur son expérience et son attractivité. De nombreux projets, dont certains financés sur le long terme (p. ex., PEPR Traccs) permettent de décliner sereinement les objectifs scientifiques et leur évolution. Le LSCE se désigne lui-même au cœur d'un « réacteur climatique », répondant à de nombreuses sollicitations des tutelles, de la société civile, de l'industrie, des politiques et des médias. L'unité, au sein de l'IPSL, accède ainsi à de nombreuses collaborations et financements, fort de cette position privilégiée. Cette forte activité produit de nombreux résultats scientifiques de très haut niveau.

#### Points faibles et risques liés au contexte

Il existe un risque de dispersion des activités de l'unité, déjà noté par le précédent comité. En cause, sans doute, les services environnementaux, qui représentent des débouchés intéressants de la recherche, mais débordent rapidement sur une très large gamme d'applications. Le risque est de répondre systématiquement à toutes les demandes (tutelles, société civile, industriels, politiques, médias) sans contrôle stratégique rigoureux. Finalement, la recherche sur projet entraîne une forte proportion de personnels non permanents, qui sont fragiles et nécessitent de gros efforts d'animation scientifique.

### *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

Les ressources financières du LSCE sont importantes et en croissance, atteignant 30 M€ (cout consolidé) en 2023, provenant à 60 % des tutelles (salaires et subventions) et 40 % de ressources propres des EC et C sur projets. Le LSCE est à présent sur un site du CEA et cette tutelle soutient et accompagne fortement l'unité, au niveau des ressources humaines, notamment par le recrutement en CDI (géré par l'unité) et des infrastructures. La part du CNRS est essentiellement liée aux programmes nationaux du CNRS Terre & Univers qui profitent largement au LSCE et les ressources propres gagnées ainsi par les équipes sont surtout utilisées pour des ressources humaines.

L'université procure des financements supplémentaires qui permettent notamment de compléter le financement d'équipements. Finalement, les projets européens forment une part importante de ses ressources propres (50 %), comprenant la récupération des salaires des permanents. La capacité pour les équipes d'obtenir des financements européens détermine leur aisance, favorisant les thèmes 2 et 3. La forte dynamique de croissance de l'unité pose des défis, notamment de conditions de travail. Pour y répondre, le LSCE tente d'adopter des stratégies d'accompagnement des EC et des C, de renforcement en personnel permanent (recrutement sur CDI, partenariat), et de mobilisation sur des projets structurants.

### Points faibles et risques liés au contexte

La forte activité de l'unité génère un fort besoin RH et une pression sur le personnel, qui émet des réserves sur la capacité de l'unité à poursuivre dans la même direction. Par ailleurs, un problème récurrent depuis plusieurs années émerge des conditions de travail dans certains locaux insalubres des anciens bâtiments. En effet, 15 % du personnel reste logé dans ces locaux vétustes, pesant fortement sur l'environnement de recherche. Les retards accumulés dans les projets de rénovation affectent fortement l'image et la qualité de vie au travail des personnels dans ces espaces. L'environnement universitaire, complexe, pose également des difficultés aux enseignants-chercheurs avec notamment l'absence de département de formation à l'OVSQ et leur rattachement au Département de physique de l'UFR des sciences de Versailles.

*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

Concernant la parité hommes-femmes, le LSCE montre un bon équilibre, puisque la hiérarchie du LSCE, aux niveaux des équipes et des thèmes, comprend 40 % de femmes à la fin de 2023. Concernant les promotions, la direction a un rôle actif sur le personnel CEA et sur les personnels d'appui à la recherche (PAR) des autres tutelles, et il joue un rôle de médiateur lorsqu'il y a des difficultés. Le LSCE a pris des mesures concrètes pour améliorer la qualité de vite au travail (QVT) et prendre en charge les risques psychosociaux (RPS), à la suite de la crise sanitaire, avec l'organisation de discussions participatives, la mise en place de groupes de travail, de recommandations (intégration des personnels d'appui à la recherche dans la gouvernance) et d'actions spécifiques en cas de difficultés individuelles. La sécurité est prise en charge par un groupe gérant la diversité des risques, les interventions extérieures, la formation du personnel, l'utilisation des matières radioactives, et les employés en situation de handicap. Par ailleurs, le LSCE a pris des mesures diversifiées pour gérer le harcèlement et les discriminations, notamment par des campagnes de sensibilisation, un groupe de travail, et des procédures de médiation. Le LSCE a également mis en place des dispositifs de supervision pour la protection de son patrimoine scientifique et de ses systèmes informatiques, et pour réduire son empreinte écologique.

### Points faibles et risques liés au contexte

Une question se pose quant à l'absence de personnel féminin à la direction de l'unité, au contraire de la direction de thème et d'équipe. Des défis subsistent en matière de QVT et de RPS, notamment en termes de cohérence et de satisfaction des besoins variés du personnel (p. ex., la gouvernance partagée est limitée). Le télétravail a été assoupli pour réduire le stress, mais au détriment de l'animation scientifique, et cela a aussi créé des disparités parmi les catégories de personnel, avec des ressentis variés entre PAR, EC et C. Concernant la sécurité, l'équipe Hygiène sécurité environnement (HSE) est sous pression et sa pérennité est fragilisée par l'entretien des infrastructures vieillissantes (certaines étant extrêmement vétustes), les départs en retraite, et l'activité importante. Par ailleurs, des efforts supplémentaires sont nécessaires pour gérer le harcèlement moral, et mieux accompagner les personnes concernées.

Finalement, les estimations du LSCE sur son empreinte écologique ont identifié des points d'action, mais il sera difficile de réduire significativement cette empreinte sans réduire l'activité, ce qui n'est pas forcément souhaitable.

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

La notoriété du LSCE et sa reconnaissance sont bâties sur des travaux scientifiques de haute qualité et sa visibilité internationale remarquable. De plus, son implication dans des projets nationaux et européens est remarquable et contribue à son attractivité. Par ailleurs, le LSCE a une politique d'accueil proactive et dispose d'un environnement de travail unique. Malgré la politique d'accueil proactive, le sentiment de non-appartenance à l'unité exprimé par certains personnels non permanents est un risque pour l'attractivité de l'unité. Enfin, la vétusté de certains des locaux reste un problème à régler rapidement.

- 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

Le LSCE dispose d'une reconnaissance internationale forte. En effet, il est reconnu internationalement pour ses travaux pionniers en modélisation climatique, en étude des cycles biogéochimiques, et en analyse des archives climatiques (carottes de glace, sédiments marins, et autres). De ce fait découlent les collaborations internationales et européennes. Le LSCE bénéficie de partenariats solides, qui lui permettent de s'inscrire dans des projets majeurs en tant que partenaire principal ou leader. Ces collaborations sont extrêmement importantes permettant aux membres de l'unité de travailler à la pointe de la science tout en assurant un financement et une visibilité importants. Le LSCE joue un rôle actif dans des organisations internationales et nationales de premier plan (Giec, WCRP – World Climate Research Programme –, trois membres de l'académie des Sciences, etc.), ce qui lui permet de travailler à l'interface sciences-politiques pour renseigner les politiques scientifiques et environnementales à plusieurs échelles. Clairement, la visibilité de l'unité est un fort gage de financement pour les équipes, avec une redistribution collective vers le LSCE.

La direction du LSCE a mis en place une politique d'accompagnement des personnels. En particulier, elle est investie dans la valorisation de ses EC, ses C et ses personnels d'appui à la recherche (PAR). En effet, cette politique a permis d'obtenir plusieurs prix prestigieux (trois médailles d'argent du CNRS en sept ans), contribuant ainsi à son rayonnement et à la motivation de ses membres. Pour attirer les scientifiques de haut niveau avec des expertises spécifiques, le statut de chercheur associé a été introduit en 2023, ce qui pourrait attirer davantage de collaborations et renforcer son réseau scientifique, augmentant ainsi les opportunités de recherche. De plus, l'unité est attractive, car les C et EC non permanents au CEA et à l'UVSQ ont la possibilité de négocier leurs salaires dans certaines conditions.

Pour les nouveaux arrivants, le LSCE a mis en place un système d'accueil et d'intégration complet, incluant des visites, des journées d'accueil, et des guides d'orientation. Cela facilite leur adaptation et montre le soin apporté à leur égard. Un « Welcome package » est également offert aux nouveaux arrivants, ce qui ajoute un soutien financier pour leur installation.

Le nombre de EC et C habilités à diriger des recherches (HDR) et les promotions en interne contribuent à assurer la qualité de l'encadrement des doctorants, ce qui se traduit par un faible taux d'abandons de 5 %.

Le LSCE collabore avec des acteurs industriels et académiques à travers la France et l'Europe, permettant des projets interdisciplinaires et l'optimisation des ressources. Le LSCE fait partie des IR Icos et IR Actris permettant aux EC et C de s'intégrer facilement dans des consortiums européens. De plus, son succès à des appels d'offres permet des investissements et d'être attractifs grâce à un environnement riche en expertises scientifiques et une bonne insertion dans des réseaux nationaux et internationaux.

Le LSCE développe des collaborations avec des industriels de secteurs variés tout en préservant son autonomie en matière de recherche et de publication. Ce développement pourrait apporter des opportunités de financement et d'innovation.

Le LSCE dispose de nombreux instruments analytiques avancés et d'une expertise scientifique reconnue en géosciences. La plateforme Panoply regroupe les équipements de grande qualité en géochimie, et en mesures atmosphériques et de gaz réactifs. Ces équipements de pointe permettent au LSCE de former de nombreux étudiants, doctorants et ingénieurs à travers ses plateformes. En outre, il accueille et opère une partie du site instrumenté Sirta (Site Instrumental de Recherche par Télédétection Atmosphérique) in-situ (mesure atmosphérique des gaz réactifs et aérosols, plateforme de l'IPSL) et le centre d'expertise de la composition chimique de l'aérosol (ACMCC) de l'IR Actris. Ces équipements favorisent l'innovation. La plateforme Panoply en particulier propose des prestations analytiques pour des startups, encourageant l'entrepreneuriat scientifique.

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

Les projets européens représentent la moitié des ressources propres, exposant le LSCE aux risques liés aux fluctuations de ces financements. La notoriété du LSCE entraîne de nombreuses sollicitations pour ses EC et C (commissions, comités, invitations à des congrès), ce qui peut engendrer une charge de travail importante pour les équipes, au risque de réduire leur disponibilité pour la recherche.

Malgré les efforts pour améliorer l'accueil des personnels en CDD, les problématiques telles que le recrutement et la stabilisation des PAR sont récurrentes. La direction reconnaît une difficulté croissante à recruter et maintenir ces personnels. Les huis-clos ont également révélé chez les personnels non permanents un sentiment de non-appartenance à l'unité. Enfin, 15 % du personnel (essentiellement les instrumentalistes) reste logé dans des locaux vétustes et insalubres, ce qui réduit l'attractivité du LSCE.

Les procédures de recrutement, spécifiques à chaque tutelle (CNRS, CEA, UVSQ), peuvent être perçues comme complexes par les chercheurs internationaux et constituent un obstacle à l'embauche. De plus, la gestion des nombreux projets et CDD représente une charge considérable pour le personnel administratif.

Une partie de la maintenance dépend du succès des équipes aux appels d'offres et peut donc être affectée par des risques non négligeables en cas d'échec. La complexité des instruments exige des compétences spécifiques et une maintenance rigoureuse. Les pannes ou obsolescences d'équipement pourraient ralentir la recherche, et les délais de renouvellement ou de réparation pourraient affecter la productivité. Malgré les partenariats existants, l'évolution rapide des technologies, au niveau international, nécessite un engagement constant pour maintenir des collaborations pertinentes avec le secteur industriel.

## DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

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

Le LSCE maintient depuis 2018 un taux de publication exceptionnel (par exemple, 430 articles dans des revues à comité de lecture en moyenne par an, la moitié environ en premier auteur et de nombreuses publications dans des revues à haute reconnaissance internationale). Le bilan de production scientifique est remarquable et dépasse les attentes. Les supports de publication sont diversifiés avec une centaine de chapitres d'ouvrage, et autres supports globaux.

*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 liées au contexte pour les trois références ci-dessus

Sur les 2 635 articles, 35 % figurent dans le top 10 % des articles les plus cités au monde en Géosciences, et 10 % des articles dans le top 1 % mondial (p. ex., Global Carbon Project sur le méthane), ce qui est exceptionnel. La production scientifique globale compte 2 885 articles. Sur les articles dans les revues à comité de lecture, publiés depuis 2018, seulement 8 % ne sont pas encore cités, ce qui démontre la pertinence et une très forte visibilité des travaux menés et publiés par le LSCE pour la communauté scientifique nationale et internationale. Le fort taux de publication dans de meilleures revues (Nature, Science, PNAS) reflète aussi la contribution très significative de quelques rares cas de personnels dont la production scientifique est très exceptionnelle. En effet environ 23 % des articles dans des revues avec comité de lecture sont issus de ce leadership. Les taux de publications moyens par doctorant (trois publications par thèse) sont également très bons et bien au-dessus du standard attendu pour un doctorat. Le LSCE a une politique d'open science et privilégie la publication des papiers en « Open Access », qui représentent 87 % des articles.

Le LSCE a également été impliqué dans la publication de nombreux ouvrages ou chapitres d'ouvrages. Il est enfin à noter que le LSCE a été proactif sur les questions d'intégrité scientifique au niveau de l'unité, mais aussi des tutelles ou partenaires, avec la création spécifique d'un groupe de réflexion.

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

Sur les 2 635 articles publiés dans des revues à comité de lecture, on remarque que seulement 150 publications entre équipes ont émergé. Cette observation est en décalage avec le nombre important de chantiers transverses affichés au cours de la période d'évaluation.

Les taux de publication par doctorant sont différents selon les thèmes, avec une plus forte participation de ces derniers dans la production scientifique du thème 2. Également, le choix d'affichage des auteurs (primauté d'être l'auteur principal un an maximum après le contrat) pourrait sembler être un point bloquant pour ces jeunes chercheurs et chercheuses.

## 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 LSCE répond totalement, en quantité et qualité aux actions attendues envers le grand public, envers le monde culturel et socioéconomique et le secteur non académique.

L'unité répond aux objectifs de ses tutelles, notamment du CEA, en accompagnant les acteurs privés et publics dans leurs démarches d'adaptation face aux enjeux climatiques (p. ex., suivi et atténuation des gaz à effet de serre, accord-cadre CEA-Suez) et de réponse à des enjeux patrimoniaux (p. ex., le chantier de Notre-Dame de Paris). Ces partenariats ont permis l'embauche et la formation de jeunes chercheurs et favorisent le codéveloppement de produits utiles aux enjeux climatiques, ce qui renforce l'impact pratique du LSCE.

L'unité joue un rôle central dans la diffusion des connaissances climatiques à un large public et dans des contextes variés (conférences, ateliers, jeux éducatifs). Le LSCE a également mis en place une cellule de communication qui permet une coordination efficace des activités de diffusion. Elle est structurée pour s'adresser à des publics diversifiés, avec des efforts pour toucher le public scolaire, les médias, et les décideurs. Au cours du dernier mandat, environ 500 000 personnes ont été touchées par les actions de culture scientifique pilotées par l'unité. De plus, les interventions dans les médias impactent un public national et international (notamment au travers du Giec) beaucoup plus important, avec effet multiplicateur indéniable, même si difficilement quantifiable.

### *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

Le LSCE joue un rôle actif dans des organisations internationales et nationales de premier plan (Giec, WCRP – World Climate Research Programme), ce qui lui permet de travailler à l'interface sciences-politiques pour renseigner les politiques scientifiques et environnementales à plusieurs échelles. On peut citer, parmi tant d'autres, les projets Icos-Cities, Steet (Impact of stress on urban trees and on city air quality) à l'échelle urbaine, et la coordination avec Imeo (International Methane Emissions Observatory) et Ogmp (Oil & gas methane partnership) à l'échelle globale pour le méthane.

Le LSCE montre une nette évolution de ses activités de recherche dans la société depuis 2018. Les partenariats avec les industriels sont plus nombreux et l'unité répond par différentes stratégies de communications et d'outils (médias, projets de science participative tel que celle du projet Egout (Observations Géochimiques des Trajectoires Urbaines), une intervention participative en milieu scolaire autour du thème de l'eau) à une forte demande de l'implication des scientifiques pour répondre aux questions sur le climat et l'environnement. Cette implication a aussi un impact fort sur les ressources humaines associées à ces projets. En sus, les profils de poste affichés dans ce domaine apportent une diversité de compétences et de pratiques aux membres de l'unité, individuellement engagés dans le transfert de connaissance auprès des media, journalistes, etc.

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

Le LSCE a trois personnels (mais deux équivalents temps plein) consacrés aux actions de culture scientifiques et techniques, qui mènent des actions et coordonnent celles des nombreux personnels de l'unité volontaires sur la communication scientifique. Compte tenu de la conjoncture actuelle (liens scientifiques-politiques, acteurs du monde économiques, enjeux sociétaux), cette cellule semble sous-dimensionnée.

Les actions vers le grand public menées par les différentes équipes de l'unité sont très nombreuses, mais peu visibles en dehors des moments d'intervention (p. ex., visibilité partielle sur le site internet).

Les demandes croissantes de sensibilisation et de formation (notamment auprès des médias et de divers secteurs) peuvent surcharger les équipes impliquées.

En ce qui concerne le patrimoine scientifique, l'impact économique des données produites reste faible, peu de brevets ont été déposés et l'attention dans ce domaine semble se concentrer davantage sur une meilleure évaluation d'éventuels développements économiques exploitables.

Un risque est que l'action bénéfique du recrutement ou de la mise à disposition de personnels en CDI sur les contrats de collaboration ait un impact au niveau de la gestion de ces agents en cas d'abandon ou de diminution de ces activités de collaboration.

## ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'UNITÉ

La trajectoire du LSCE se positionne dans la continuité de la précédente période d'évaluation. Elle s'inscrit dans une approche de long terme qui assure une continuité avec les travaux antérieurs tout en intégrant les évolutions méthodologiques et instrumentales. L'accent est mis sur les recherches fondamentales liées au climat et à l'environnement, notamment la réduction des incertitudes climatiques, l'amélioration des modèles, l'analyse des impacts anthropiques et l'étude des événements extrêmes. L'unité fait preuve d'une grande adaptabilité et de proactivité face aux évolutions technologiques et sociétales, en intégrant des outils avancés comme l'intelligence artificielle pour améliorer la modélisation du climat et l'exploitation des données. De plus, la modernisation du parc expérimental et la transition vers des infrastructures numériques de nouvelle génération (processeurs graphiques – GPU, calcul exascale) renforcent ses capacités de simulation et d'analyse.

Les synergies et collaborations continueront de jouer également un rôle clé dans cette trajectoire. La mutualisation des ressources sur le plateau de Saclay à travers la plateforme Panoply ainsi que les partenariats avec des institutions majeures comme le Cnes, l'Esa ou Copernicus garantissent une approche interdisciplinaire et une meilleure efficacité des recherches. L'ouverture vers d'autres disciplines, notamment l'écologie, l'agronomie et les SHS, témoigne d'une volonté d'aborder les enjeux climatiques de manière plus globale. En parallèle, le LSCE renforce ses liens avec le monde socioéconomique en développant des collaborations avec des acteurs privés, ce qui favorise le transfert des connaissances et l'application des résultats scientifiques dans des solutions concrètes d'adaptation et d'atténuation des impacts environnementaux.

Le LSCE fait face à plusieurs défis, notamment la transition de ses modèles numériques vers des architectures à base de GPU, qui reste un enjeu en raison de la nécessité de ressources et compétences nouvelles. Le renouvellement du parc expérimental dépend fortement des financements régionaux, rendant ces investissements fragiles à long terme. La gestion des ressources humaines est également un enjeu, avec un manque de personnel permanent dans des domaines clés, ce qui accentue la charge de travail, notamment pour les enseignants-chercheurs. Par ailleurs, des lenteurs administratives et des retards dans la rénovation des locaux compliquent l'organisation interne. Bien que Paris-Saclay offre un environnement scientifique dynamique, son potentiel pluridisciplinaire n'est pas encore pleinement exploité. Les collaborations avec l'IRD et le secteur privé nécessitent un encadrement rigoureux pour éviter une complexification excessive et une dérive vers la prestation de services. Enfin, bien que le LSCE s'efforce de réduire son empreinte écologique, la mise en place de quotas carbone et la rationalisation des déplacements scientifiques restent des défis dans un contexte de collaborations internationales croissantes et indispensables.

## RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

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

L'unité a atteint une taille critique notamment du fait d'un grand nombre de personnel non-permanent. Il faudra améliorer la communication interne pour ne pas perdre l'identité et la cohésion de l'unité. La communication est d'autant plus complexe que les équipes sont dispersées dans plusieurs bâtiments, qu'il n'y a pas d'espaces communs à l'ensemble de la structure et que le fonctionnement repose sur la multiplicité des projets qui rassemblent un nombre limité de permanents, mais impliquent un grand nombre de contractuels. Les discussions avec les personnels indiquent également une demande de transparence concernant la répartition et l'usage des moyens financiers. Une réflexion de fond doit également être menée sur le rattachement des PAR. Dans de nombreux cas, le rattachement aux équipes, tel qu'il existe actuellement, apparaît fondamental pour maintenir l'excellence des activités scientifiques, mais dans certains cas (minoritaires) un autre modèle de rattachement (mutualisation, mobilité) pourrait être plus judicieux. Ces discussions devraient être menées en relation avec l'OVSQ.

Plus particulièrement, afin d'améliorer l'accueil et le soutien des doctorants, il est recommandé d'organiser plusieurs journées d'accueil par an et de mettre à jour annuellement le livret d'accueil, en y intégrant des informations sur le fonctionnement des écoles doctorales. Toutes les informations doivent être traduites en anglais et harmonisées pour éviter les contradictions entre les différentes structures. La liste de diffusion des doctorants doit être constamment actualisée. Un système de parrainage volontaire pourrait également être instauré, où un doctorant expérimenté accompagnerait un nouvel arrivant pendant sa première année. Enfin, il est conseillé de demander aux tutelles d'homogénéiser les coûts des cantines et de prévoir des subventions équitables pour tous les personnels.

Plus largement, il est recommandé de renforcer l'animation scientifique au sein du LSCE pour améliorer l'émulation et les interactions entre les équipes. Cela pourrait se faire en organisant des séminaires de vulgarisation, permettant aux orateurs de se confronter à cet exercice et à l'audience d'élargir sa culture scientifique. Il serait également bénéfique de créer des moments consacrés à des échanges pluridisciplinaires entre les membres des différents thèmes, pour réfléchir ensemble aux priorités scientifiques futures.

Il est recommandé de porter une attention particulière au positionnement des PAR au sein du LSCE. Cela nécessite une discussion collégiale à deux niveaux : d'une part, l'unité doit aligner sa réflexion sur les schémas stratégiques définis par l'Insu, et d'autre part, maintenir des relations de travail étroites entre EC, C et PAR, afin de préserver une collaboration symbiotique entre les équipes de recherche et les PAR. De plus, un schéma stratégique spécifique vis-à-vis de l'OVSQ doit être développé.

Il est recommandé de rattacher les EC à un département d'enseignement de l'université. Des solutions doivent être trouvées pour mutualiser les heures d'enseignement entre établissements. Par ailleurs, il est essentiel d'impliquer les EC dans les discussions sur les profils de postes universitaires.

Il est recommandé de rétablir le Conseil scientifique et technique (CST) et de lui fournir les informations nécessaires pour mener à bien ses missions, afin de renforcer la réflexion collégiale sur les projections collectives, la planification stratégique et l'animation scientifique.

### *Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité*

La situation de vétusté de certains bâtiments devient critique, et s'est même aggravée depuis la dernière évaluation en 2018. Le personnel est en souffrance à tous les niveaux (PAR, EC, C) et cela nuit à l'attractivité du LSCE. Le comité recommande aux tutelles qu'un engagement ferme et rapide soit acté pour la rénovation des bâtiments qui sont dans un état de vétusté important, et que ce soit communiqué de manière régulière auprès des personnels.

Le comité encourage l'unité à explorer la possibilité de soutenir et accompagner les postdoctorants pour le montage de leur propre projet de recherche pour les préparations aux concours nationaux et développer leur profil de chercheur dans le cadre des AAP de type Marie Curie Skłodowska Action (MCSA) ou autres financements individuels.

Avec une implication intense dans de nombreux projets et instances, le LSCE doit veiller à maintenir un équilibre entre ses ambitions scientifiques et les capacités de ses équipes, afin d'éviter l'épuisement et de garantir la qualité de ses contributions.

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

La production scientifique est excellente et le comité ne peut qu'encourager le LSCE à maintenir cette dynamique. Toutefois, il semblerait opportun de rediscuter de la charte des coauteurs, en particulier s'agissant du travail et de la participation des PAR. Les discussions avec les personnels montrent que les pratiques peuvent fortement varier d'une équipe à l'autre, voire d'un chercheur à l'autre.

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

Le comité ne peut qu'encourager l'unité à poursuivre sa stratégie active de partenariat avec le secteur privé, tout en se concentrant sur ses fondamentaux scientifiques.

Pour certaines des actions vers le grand public, leur visibilité est minorée par leur accessibilité (chemin internet pour les découvrir et les récupérer assez long, nécessitant au préalable leur connaissance par les futurs utilisateurs). Une stratégie de diffusion plus facilement repérable par le grand public serait bénéfique.

Les partenariats avec le monde socioéconomique ne sont pas affichés sur le site internet et mériteraient un onglet consacré (thèses avec des conventions Cifre, GRDF, Engie, Suez, Bloomineral startup, etc.).

# ÉVALUATION PAR THÈME

Équipe 1 : Thème 1 : Archives et traceurs

Nom du responsable : Mme Amaëlle Landais

## THÉMATIQUES

Le thème 1 « Archives et Traceurs » présenté par le LSCE a été créé en 2014. Les travaux scientifiques de ce thème concernent la compréhension de la dynamique et la variabilité naturelle du climat et l'évaluation de la sensibilité des écosystèmes marins et continentaux aux changements climatiques et anthropiques. Le thème regroupe cinq équipes de recherche : CLIMAG (Climat et Magnétisme), GEOTRAC (Géochronologie, traceurs et archéométrie), Glacio (Glaces, climat et isotopes stables), Paleocean (Paléocéanographie) et Oceanis (Océan et interfaces).

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les critères 1 (qualité des produits et de l'activité) et 3 (Perspectives) ont bien été pris en compte avec une véritable ouverture vers l'étude des milieux urbanisés et la rationalisation des thématiques traitées en accord avec l'évolution des questions sociétales. La prise en compte du critère 2 (organisation) est plus faible, du fait du point mort dans la rénovation des locaux et de la difficulté à avoir des postes.

## EFFECTIFS DU THÈME : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	2
Maîtres de conférences et assimilés	4
Directeurs de recherche et assimilés	17
Chargés de recherche et assimilés	11
Personnels d'appui à la recherche	18
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>52</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	5
Personnels d'appui non permanents	9
Post-doctorants	0
Doctorants	20
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>34</b>
<b>Total personnels</b>	<b>86</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur le thème

Le thème 1 regroupe des chercheurs et enseignants-chercheurs de premier plan dans le domaine de la variabilité climatique, qui ont une forte visibilité et un rayonnement national et international, qui permettent de porter de grands projets de recherche. Ils contribuent également à accompagner des développements analytiques importants. Tous ces efforts ont été récompensés depuis 2018 par de nombreux prix et distinctions, des prises de responsabilités dans des instances nationales et internationales, et une participation active dans le développement et l'utilisation des infrastructures de recherche à l'échelle européenne. Les membres du thème 1 sont par ailleurs actifs dans la transmission des connaissances au travers de l'encadrement de doctorants et postdoctorants.

### Points forts et possibilités liées au contexte

Le thème 1 a réalisé un important travail pour le développement de nouveaux indicateurs isotopiques qui contribuent à une meilleure compréhension des systèmes climatiques et anthropiques. Ceci s'est accompagné par une nette évolution du parc analytique avec dix projets d'équipement portés (dont certains instruments sont mutualisés avec d'autres unités, p. ex., la plateforme Panoply avec Géops), qui ont contribué à l'amélioration de la sensibilité et de la précision. Les équipes ont aujourd'hui une reconnaissance internationale pour la datation de séries de références (tephras, glace), avec un effort accru ces dernières années pour décrocher des projets européens (p. ex., projet européen Rewrite – Rewilding and restoration of intertidal sediment ecosystems for carbon sequestration, climate adaptation and biodiversity support) et nationaux (ANR, PPR – Projet Prioritaire de Recherche - et PEPR, INSU). Parmi les faits marquants de « Archives et traceurs » citons : (1) la reconstruction des changements climatiques passés au cours de derniers 800 000 ans à partir de l'étude de carottes de glaces en antarctique, (2) l'évolution des paléoclimats et paléoenvironnements en Amérique du Sud au cours du dernier millénaire, (3) l'impact des changements globaux et locaux sur les propriétés de calcification des coraux tropicaux. Deux autres points forts pour ce thème sont 1) un rythme soutenu de publications (plus de 700 articles dans des revues internationales depuis 2018), et une forte collaboration avec d'autres unités, et 2) la prise en compte des recommandations concernant les études sur les environnements urbanisés (action transverse) avec le recrutement d'un chercheur CNRS spécialiste de ce domaine.

### Points faibles et risques liés au contexte

Les points faibles concernent principalement la prise en compte de la surcharge des PAR et les locaux vétustes. Une problématique qui n'a pas pu être résolue, même s'il faut tout de même souligner que des efforts ont été faits pour soulager les PAR par le recrutement de CDD et d'alternants. Une réflexion a été mise en place autour de la mutualisation des PAR entre les différents thèmes, mais cela ne résout malheureusement pas la surcharge et le problème de transmission des connaissances à long terme.

### Analyse de la trajectoire du thème

Concernant la variabilité climatique naturelle, le thème 1 souhaite poursuivre son investissement sur les confrontations données modèles (projet européen soumis), en proposant des études innovantes comme la comparaison des simulations de cyclones avec des données de précipitation et de vapeur d'eau. Une des ambitions du thème est également de produire des données paléoclimatiques en France pour les derniers millénaires (ex. structures romaines souterraines dans la région lyonnaise).

Dans l'optique de poursuivre les efforts consacrés ces dernières années sur des projets en lien avec l'évolution des sociétés humaines, le thème 1 a choisi de se concentrer sur deux axes majeurs, à savoir l'Europe (de l'époque néandertalienne au Moyen Âge) et l'Amérique du Sud (occupations humaines de plus de 50 000 ans), avec la soumission de deux projets ERC (dont AGROCHRONO en phase 2 d'évaluation).

Globalement, le thème 1 poursuit ses travaux interdisciplinaires et notamment dans une optique multisite, multitemporalité. Nous sommes donc dans une continuité avec une volonté de renforcer l'existant (extension des temporalités, amélioration des contraintes et indicateurs, travaux sur la modélisation qui favorisent la collaboration interthèmes) et de poursuivre les thématiques émergentes notamment le lien avec l'anthropisation.

Un des points forts du thème 1 réside dans les développements analytiques, qu'il envisage de poursuivre pour accompagner les projets cités dans sa trajectoire. Pour y parvenir, des approches transverses seront proposées (spectroscopie optique, mesures de nouveaux systèmes isotopiques, paléomagnétisme, imagerie moléculaire, etc.) tout en maintenant les efforts sur les constructions de chronologies, et se projetant vers des chantiers de datations croisées (combinaison de datations radiométriques et relatives).

Les projets concernant les impacts anthropiques sont très nombreux, peut-être trop nombreux. Ils couvrent des secteurs géographiques extrêmement larges (sols, interfaces fleuves-mers côtières, vasières, environnements tropicaux, ainsi que le Groenland). Il est compréhensible que les porteurs de projet s'investissent dans leur propre chantier, mais cette stratégie fait craindre de l'individualisme et de la dispersion au sein des équipes.

## RECOMMANDATIONS AU THÈME

Le comité suggère au thème 1 de réfléchir à la pertinence de proposer des projets de sciences participatives, qui pourraient être en lien avec des aspects de formation auprès des jeunes.

En l'état, la trajectoire annoncée pour la thématique des « impacts anthropiques » paraît trop dispersée. Il serait donc pertinent de faire des choix et de se fédérer autour de quelques projets phares et emblématiques pour le thème 1, comme présenté pour l'aspect paléoclimat. Néanmoins, les discussions lors de l'évaluation ont permis de faire apparaître le projet d'intégration de l'équipe GEDI au thème 1 qui pourrait agir comme un levier pour mieux structurer cette thématique « impacts anthropiques ». Le comité adhère aussi sur l'émergence d'un très gros chantier sur l'Amérique du Sud avec des projets couvrant les diverses questions du thème 1, qui est en adéquation avec la poursuite du développement des moyens techniques et méthodologiques.

**Équipe 2 :** Thème 2 : Cycles biogéochimiques et transferts dans l'environnement

Nom du responsable : M. Jean-Daniel Paris

## THÉMATIQUES

Le thème 2 étudie les cycles biogéochimiques actuels, notamment le cycle du carbone et ses perturbations dues aux activités humaines. Il s'intéresse aux différentes formes de carbone atmosphérique (gaz à effet de serre, composés organiques volatils ou COV, aérosols), ainsi qu'aux échanges de carbone et d'azote avec les surfaces continentales. Le thème s'appuie sur des infrastructures européennes (Icos, Actris) à fort ancrage dans l'unité, et utilise des approches combinant modélisation, observations de longue durée et nouvelles technologies pour des mesures atmosphériques précises.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les recommandations du précédent rapport ont été partiellement prises en compte.

Concernant la recommandation de priorisation des appels à projets, une équipe de ce thème a cessé son activité et la politique de recrutement prévoit de renforcer le thème par deux CDI afin de pérenniser certaines compétences cruciales.

La recommandation d'une plus forte implication dans l'enseignement de la part des chercheurs de ce thème a été prise en compte.

## EFFECTIFS DU THÈME : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	15
Chargés de recherche et assimilés	11
Personnels d'appui à la recherche	19
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>48</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	21
Personnels d'appui non permanents	34
Post-doctorants	7
Doctorants	30
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>92</b>
<b>Total personnels</b>	<b>140</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur le thème

Le thème 2 est extrêmement dynamique abordant toutes les étapes de production et diffusion de connaissances (développement instrumental, acquisition, bancarisation, diffusion et valorisation de la

donnée). Le comité félicite le thème 2 pour son dynamisme, la qualité de ses travaux scientifiques, qui résultent en une excellente visibilité et un positionnement national et international remarquable.

## Points forts et possibilités liées au contexte

Le thème démontre une visibilité nationale et internationale remarquable à toutes les étapes de production de connaissances concernant les gaz à effet de serre, mais également les aérosols et la vapeur d'eau atmosphérique. Les recherches de ce thème sont de forte actualité, car il s'agit de réduire les incertitudes des modèles climatiques pour mieux prédire les conséquences des changements climatiques. C'est une thématique extrêmement importante, dont les grandes synthèses mondiales ont été initiées par le LSCE. Grâce à l'originalité et l'excellence de ses recherches, le thème 2 a une production scientifique remarquable (la plus forte production scientifique de l'unité) et un fort succès des réponses aux appels d'offres européens. Le dynamisme de l'équipe lui permet une forte réactivité pour répondre aux opportunités liées au contexte actuel (p. ex., période de Covid) tout en maintenant des observations pérennes à long terme. Pour « Cycles et transferts », les faits marquants suivants peuvent être notés : (1) l'impact des confinements COVID sur la qualité de l'air et les gaz à effet de serre, (2) le suivi de l'évolution des forêts françaises postincendies ou de la déforestation décennale en domaine tropical ; (3) la géochimie des impacts (isotopie du plomb signature de l'incendie de Notre-Dame de Paris, impact de la décontamination à Fukushima).

Malgré une forte compétitivité, le contexte permet des sources de financement diverses et variées que le thème peut donc solliciter. Sa forte reconnaissance internationale lui permet par ailleurs de rester attractif et de s'investir dans des projets internationaux d'envergure aussi bien en tant que partenaire qu'en tant que porteur. Grâce à ce contexte favorable, la précarité des financements compétitifs n'est pas mal vécue par le personnel du thème.

Au niveau technique, le thème se caractérise par un fort investissement dans le développement instrumental contribuant ainsi à la visibilité de l'unité par son investissement dans les réseaux des infrastructures de recherche Icos et Actris. De plus, le thème est visible et très bien inséré dans des réseaux européens et internationaux comme le montre la sollicitation par les services européens Copernicus.

## Points faibles et risques liés au contexte

Au vu du grand succès des EC et C aux réponses aux appels d'offres qui s'accompagnent du recrutement de nombreux jeunes personnels en CDD, se pose le problème de la qualité de l'encadrement.

L'absence de stratégie claire de priorisation (ou d'arbitrage) des projets dans le contexte très sollicitant et compétitif peut laisser craindre un épuisement des C et EC. Cette politique peut particulièrement nuire aux EC dont les charges administratives et pédagogiques ne font que s'accroître.

## Analyse de la trajectoire du thème

La trajectoire du thème 2 se concentre sur les études fondamentales de la variabilité climatique naturelle à travers divers compartiments du système terrestre, en analysant les processus climatiques passés et présents. La trajectoire de ce thème prendra en compte le facteur humain à plusieurs échelles de temps. Le thème 2 appliquera ainsi une approche globale et multidisciplinaire, permettant d'aborder l'évolution du climat de façon holistique afin d'identifier les facteurs, qui le contrôlent et de renseigner les politiques.

Les EC et C de ce thème, très bien impliqués dans les réseaux internationaux, envisagent d'affiner la compréhension de l'évolution du climat, la compréhension des impacts locaux, ainsi que son interaction avec le cycle du carbone. Ces travaux seront effectués dans le cadre d'un projet européen en attente d'évaluation. De nombreux projets déjà financés avec des financements pluriannuels (ERC, PPR, PEPR) permettront au thème 2 d'aborder les conséquences du changement climatique, par exemple, l'acidification des océans et les mesures d'adaptation à celles-ci (pratiques agricoles).

Le nombre d'équipes du thème 2 sera plus restreint dans le prochain quinquennat avec la migration de deux équipes vers un autre thème du LSCE, mais sans que cela ne nuise aux activités phares de ce thème 2.

## RECOMMANDATIONS AU THÈME

L'implication du thème dans la coordination des réseaux de collecte de données atmosphériques et leur exploitation scientifique afin de comprendre l'évolution du climat et les répercussions pour la santé humaine est

remarquable. Le comité encourage les personnels du thème 2 à continuer ces activités de grande importance pour la visibilité de l'unité aux niveaux européen et international.

Néanmoins, il paraît important de réfléchir à une stratégie scientifique pour éviter l'épuisement des équipes, accepter de ne pas s'afficher sur toutes les thématiques avec le même niveau d'exigence en termes de visibilité (nationale, européenne et internationale).

Le comité encourage également les personnels du thème 2 à réfléchir à comment accompagner les doctorants et postdoctorants pour qu'ils deviennent davantage proactifs dans la définition des sujets de recherches afin de leur permettre de développer leurs propres recherches autour des questions scientifiques.

**Équipe 3 :** Thème 3 : Climat et cycles : modélisation de leurs variabilités et de leurs interactions

Nom du responsable : Mme Masa Kageyama

## THÉMATIQUES

Le thème 3 (Climat et Cycles - Modélisation de leurs variabilités et de leurs interactions) rassemble les études de modélisation sur les climats (passé, présent et futur), et les extrêmes météorologiques et climatiques. Il s'appuie sur le support de l'IPSL pour la modélisation et sur les autres thèmes du LSCE pour les données de vérification. Le thème regroupe 4 équipes : Mermaid (interactions entre les différentes composantes du système Terre), Clim (dynamique intégrée du climat), Calculs (ingénierie numérique de la modélisation) et Estimir (méthodes statistiques pour la variabilité, les extrêmes et descentes d'échelle). Il inclue aussi une équipe éphémère (Clen, cLimate economy) autour d'un projet Mopga (Make our planet great again).

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les équipes du thème 3 ont tenté de répondre aux recommandations du précédent rapport, qui proposait une rationalisation des outils de modélisation, plus d'implication dans la formation, un renforcement du contingent d'ingénieurs et un meilleur ciblage des climats anciens en cohérence avec le thème 1. L'intégration du nouveau cœur dynamique (DYNAMICO) semble bien avancée, mais l'opérabilité n'est pas encore achevée, ce qui peut fragiliser la préparation des prochains exercices d'intercomparaison. Le thème 3 semble privilégier la modélisation à long terme et l'approche ensembliste plutôt que le raffinement de la résolution (laissé à l'approche statistique), comme recommandé, mettant fréquemment en avant le modèle de complexité intermédiaire iLOVECLIM. Ce dernier participe à la formation, et, sur ce point, des progrès ont été réalisés, avec l'équivalent d'un service d'enseignement supplémentaire. En revanche, l'enseignement reste un point faible et les demandes de postes n'ont pas rencontré de succès. En revanche, il y a eu renforcement du contingent d'ingénieurs dans le domaine du calcul scientifique. Enfin, des efforts (recrutement, échanges) devraient permettre d'améliorer la synergie modèles-mesures au sein de l'unité, comme recommandé. En ce qui concerne la dispersion thématique liée aux nombreux projets, comme noté dans le rapport précédent, il y a eu encore assez peu d'efforts, même si des propositions sont faites.

## EFFECTIFS DU THÈME : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	19
Chargés de recherche et assimilés	10
Personnels d'appui à la recherche	9
<b>Sous-total personnels permanents en activité</b>	<b>38</b>
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	4
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	1
Doctorants	28
<b>Sous-total personnels non permanents en activité</b>	<b>33</b>
<b>Total personnels</b>	<b>71</b>

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur l'équipe

Ce thème 3 continue de tenir un rôle primordial au niveau international sur les actions PMIP (Paleoclimate model intercomparison project) et CMIP et sur les travaux du Giec, sa contribution à des projets majeurs et au développement des modèles climatiques. Le thème affiche un excellent niveau de publication et sa recherche couvre une large période du climat passé au climat actuel et futur, avec un effort de cohérence. Le thème se trouve à présent face à des choix stratégiques, concernant son approche de la modélisation numérique et statistique (y compris IA), des services climatiques, et de la recherche sur projets.

### Points forts et possibilités liées au contexte

Le thème 3 continue de tenir son rôle au niveau international sur les actions PMIP et CMIP et sa participation active aux travaux du Giec (CMIP6), sa contribution à des projets majeurs comme le développement des modèles climatiques IPSL coupled model, iLOVECLIM. Le thème affiche un excellent niveau de publication et sa recherche couvre une large période allant du climat passé (du Crétacé à l'Holocène) au climat actuel et futur, ce qui permet de tester la robustesse des projections sur la base de la connaissance du passé. À noter aussi le rôle croissant des méthodes statistiques pour l'étude des événements extrêmes (attribution des tempêtes ou vagues de chaleur au réchauffement climatique), les corrections de biais et descentes d'échelle, ainsi que l'émergence de l'intelligence artificielle. Le thème montre un intérêt croissant aussi pour l'impact des nouvelles technologies et sur les services climatiques, s'appuyant sur le PEPR Traccs, et incluant des collaborations avec des entreprises (Engie, RTE). Il intervient régulièrement dans les médias pour vulgariser les résultats scientifiques. Le thème est attractif et visible sur la scène académique, notamment par l'utilisation du modèle iLOVECLIM pour la formation, qui permet aux étudiants et chercheurs de comprendre les dynamiques climatiques à basse résolution. Le thème fonctionne avec une organisation claire, divisée en quatre équipes, qui se réunissent régulièrement pour renforcer la cohésion et l'orientation stratégique. En termes de perspectives, le thème prévoit des contributions aux projets internationaux tels que PMIP7, ce qui promet d'étendre encore son influence scientifique. Cette combinaison d'excellence scientifique, d'engagement dans les services climatiques et d'innovation dans la formation, positionne le LSCE, à travers son thème 3, comme un acteur clé dans la recherche sur le climat.

### Points faibles et risques liés au contexte

Le thème souffre d'un déséquilibre dans son personnel, avec relativement peu d'ingénieurs affichés, ce qui peut fragiliser le développement et la maintenance des outils scientifiques. De plus, il apparaît toujours une certaine dispersion des sujets de recherche, ce qui pourrait diluer les efforts et l'impact des travaux scientifiques. Concernant le raffinement des modèles (globaux ou régionaux), la décision de limiter la course à la résolution contraste avec l'approche d'autres groupes, et l'avenir dira si ce choix est judicieux. Les liens avec Météo-France ne sont pas toujours clairs, pour la recherche et plus encore pour les services climatiques. Par ailleurs, le thème ne compte aucun enseignant-chercheur titulaire dans son personnel, ce qui limite sa participation dans les actions de formation, et peut-être ainsi l'attractivité académique. Cependant, on note l'arrivée récente d'une CPJ (chaire de professeur junior). La dispersion des activités au sein du thème, sous la pression de la demande de services, et la présence d'un grand nombre de chercheurs contractuels constituent des risques pour la cohésion de l'unité. En résumé, le thème fait face à des défis liés à la stabilité de son personnel, à la dispersion des recherches et à une certaine confusion dans ses priorités, tout en manquant d'engagement fort dans la formation académique. Ces faiblesses peuvent limiter son efficacité et son impact à long terme.

### Analyse de la trajectoire du thème

Le thème 3 s'appuie pour sa trajectoire sur de gros projets, tels que les PEPR Traccs et Tase (services climatiques), les projets européens OptimESM et TipESM (développement des modèles), Aware (paléoclimat), CMEMS, etc. Des projets exploratoires de moindre envergure seront maintenus. Les collaborations avec le domaine privé sur les impacts et services climatiques sont affichées sans donner beaucoup de précision sur la forme que doit prendre le partenariat : est-ce que le LSCE doit se positionner surtout en amont des services en fournissant recherche et données de très haute qualité (par l'intermédiaire de Copernicus par exemple), ou participer directement à l'élaboration des services ? Pour l'instant, le choix semble naviguer entre les deux, source de

tension pour l'avenir du thème. De plus, d'après le groupe de travail sur les contours scientifiques, le personnel émet des réserves concernant l'évolution vers les sciences humaines et services climatiques.

Une caractéristique intéressante de l'unité, qui oriente en partie la trajectoire du thème, est la possibilité de faire le lien entre climats passés, actuels et futurs, ce qui peut permettre des échanges rapides entre les connaissances acquises dans l'un et l'autre domaine. Par ailleurs, il y a une certaine cohérence à privilégier l'approche basse résolution et long terme, qui implique les composantes lentes du climat (et les transitions abruptes ou bascules) et le développement d'un modèle «rapide» comme iLOVECLIM, plutôt que le raffinement de la résolution, même si d'autres choix sont faits dans d'autres unités. Le volet régional est géré par l'équipe ESTIMR et ses outils statistiques (et IA), afin de développer par exemple la relation entre climat et tempêtes (pour estimer l'attribution de l'occurrence et de la force des tempêtes observées au changement climatique). Ce travail s'appuie sur la constatation de la faiblesse des modèles climatiques actuels pour représenter le spectre des tempêtes.

Un important levier de la trajectoire du thème 3 est l'exercice CMIP7. Là encore, la basse résolution l'emporte pour permettre de grands ensembles et le calcul des incertitudes paramétriques, tout cela en articulant l'arrivée du nouveau supercalculateur Jules Vernes au TGCC (Très Grand Centre de Calcul). C'est un domaine où l'expertise du LSCE est forte et la trajectoire suffisamment claire et précise.

## RECOMMANDATIONS AU THÈME

Pour la stabilité de ses outils scientifiques, le thème 3 est encouragé à continuer ses efforts de soutien technique des équipes. Valoriser les succès et offrir des perspectives de carrière attractives pour les chercheurs contractuels restent des leviers essentiels pour la rétention des talents. Cela implique aussi un effort d'animation scientifique dans un contexte où la cohésion est mise à mal par le télétravail et la dispersion des équipes. Le thème gagnerait également à clarifier ses priorités scientifiques en définissant des axes stratégiques centraux, ce qui permettrait de réduire la dispersion des recherches et de renforcer la cohésion entre recherche fondamentale et réponses aux demandes de services. Par ailleurs, les collaborations avec Météo-France et les entreprises privées mériteraient d'être précisées, à travers des projets comme le PEPR Tracccs, pour maximiser les synergies dans la recherche et les services climatiques. Concernant la stratégie sur les modèles, il est essentiel de rester attentif aux évolutions internationales et de confronter les choix de l'unité avec ceux d'autres groupes pour garantir leur pertinence à long terme. Le comité encourage le thème à continuer de s'impliquer dans la conversion des codes numériques aux nouvelles architectures et dans l'utilisation des méthodes IA. Enfin, le recrutement d'enseignants-chercheurs contribuerait à accroître l'attractivité académique et à développer les activités de formation, tout en renforçant les liens avec l'université.

**Thème 4 :** LMC14 : Laboratoire de Mesure du Carbone Quatorze

Nom du responsable : Mme Lucie Beck

## THÉMATIQUES

Le LMC14 est un service de datation pour la communauté française avec (1) un volet sur la garantie et le maintien des performances analytiques au niveau international et (2) un volet sur les développements méthodologiques, en particulier pour les domaines de l'environnement et des biens culturels. Il est labellisé instrument national et est consacré à la réalisation des datations <sup>14</sup>C dans le domaine du patrimoine et des sciences de l'environnement. La charge de travail se répartit à 80 % sur des services effectués pour actions de services et 20 % pour la recherche et le développement (R&D). Le LMC14 se comporte deux personnels CEA, six personnels CNRS et un personnel IRD.

## PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le LMC14 a parfaitement répondu aux recommandations du précédent rapport sur les trois critères ciblés :

1- un effort considérable sur les activités de recherche et les publications avec une augmentation très significative du nombre de publications (augmentation de 400 % comparativement au bilan précédent) et une implication proactive dans les projets de recherche (développement de la datation sur la céruse – blanc de plomb –, collaboration avec l'IRAMAT/NIMBE – Institut de recherche sur les archéomatériaux/Nanosciences et Innovation pour les matériaux, la biomédecine et l'énergie). L'équipe du LMC14 s'implique dans des actions de la Miti du CNRS (Mission pour les Initiatives Transverses et Interdisciplinaires) ainsi qu'au sein d'actions scientifiques avec l'Inrap (Institut national des recherches archéologiques préventives) avec, par exemple, le 8<sup>ème</sup> séminaire technique sur les datations coorganisé avec le LSCE. Il est désormais associé dans le réseau Cairn (Compétences archéométriques interdisciplinaires – réseau national).

2- Une formation de qualité grâce à des doctorants, stagiaires de master et personnel étranger qui ont bénéficié de transferts de compétences. Les PAR ont été très impliqués dans la formation.

3- Les activités de science et société sont très visibles. Les travaux récemment menés par le LMC14 ont été majeurs dans des expertises pour la lutte contre le trafic des biens culturels. Des développements méthodologiques permettent à la fois de documenter les archives anciennes de différentes natures (peintures, maquillage, etc.) et de constituer des référentiels pour des applications notamment dans les services des fraudes.

## EFFECTIFS DU THÈME : en personnes physiques au 31/12/2023

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

## ÉVALUATION

### Appréciation générale sur le thème

L'équipe du LMC14 démontre un dynamisme important et a un fort potentiel pour s'imposer et devenir l'un des laboratoires leaders dans le paysage archéométrique français. L'accroissement de ses activités de recherche est conduit d'une part par un développement méthodologique et d'autre part par les collaborations nationales et internationales. Son activité de service en tant qu'instrument national est estimée aujourd'hui à 80 % et cette ventilation est en accord avec l'organisation de l'équipe et les besoins négociés avec les tutelles de l'instrument (nombre de datations financées négocié indépendamment avec chacune des cinq tutelles). La trajectoire proposée par l'équipe est de mieux exploiter le temps de recherche dans le cadre de partenariat à des projets ou le portage de projet. La répartition à venir de ces deux objectifs, service et R&D, est cohérente avec les forces actuelles et souhaitée par l'équipe. L'intégration de cette équipe au sein du LSCE est bénéfique pour répondre aux objectifs de recherche permettant plus d'interactions scientifiques avec des équipes et des personnels aux domaines d'expertises complémentaires (notamment du thème 1) et un accès « géographiquement favorisé » pour les mesures et les futurs développements analytiques (p. ex., datations Uranium/Thorium, analyses isotopiques du Strontium).

### Points forts et possibilités liées au contexte

Le LMC14 a une excellente visibilité au sein de la communauté des sciences du patrimoine (Inrap, ministère de la Culture, opérateur d'archéologie préventive du privé, musées et collectivités territoriales et autres dispositifs nationaux). Il s'est particulièrement illustré comme leader international dans 1) le développement méthodologique pour dater des matériaux comme le fer et la céreuse, 2) pour l'établissement de référentiels de compositions isotopiques du carbone de différents matériaux utilisés sur les deux derniers millénaires. Elle effectue des collaborations et services pour des enjeux de sociétés notamment en criminalistique (Office central de lutte contre le trafic des biens culturels – OCBC). Les travaux qui y sont menés ont un triple impact : 1) défi technique et challenge à relever dans le cadre d'échantillons fragiles et à quantité très limitée ; 2) mise en évidence de techniques de faussaire et d'histoire de constitutions de faux biens culturels, 3) création d'une nouvelle documentation à destination des professionnels du secteur des biens culturels. Ces avancées et découvertes sont publiées dans les revues adaptées aux professionnels des domaines concernés. Également, compte tenu de la taille et de la composition de l'équipe, le budget géré est important et la reconnaissance scientifique importante (médailles, sollicitations d'accueil à l'étranger et par l'étranger). À noter que l'activité LMC14, dont 20 % est consacrée à la recherche, a permis de dater (1) pour la première fois par le carbone quatorze de la céreuse (blanc de plomb) de matériaux historiques (p. ex., cosmétiques antiques ou église des cordeliers à Fribourg, Suisse), et (2) les armatures en fer de la cathédrale Notre-Dame de Paris.

### Points faibles et risques liés au contexte

La coordination des questions de recherche traitées par ce thème avec la thématique générale de l'unité n'est pas toujours évidente.

Une fragilité de l'équipe vient du fait qu'elle est constituée d'une seule directrice de recherche (CEA), le reste de l'équipe est constitué par les PAR (majoritairement CNRS). Les personnels les plus jeunes ne sont pas cadres et le relai du management d'équipe dans les années à venir n'est pas spécifié dans un plan de recrutement ou d'avancement de carrière.

### Analyse de la trajectoire du thème

Le thème LMC14 présente une trajectoire en accord avec les recommandations de la précédente évaluation et avec les objectifs du LSCE (notamment sur les outils de mesure, les modélisations chronologiques en lien avec les sociétés du passé, science pour la société).

Le renforcement des collaborations avec les secteurs du patrimoine est notamment visible par les actions de formations mises en place au sein de l'équipe (thèse en cours, deux personnels HDR en 2024) et une plus ample implication dans les études environnementales (PPR « Océan et Climat », collaboration avec l'Ifremer – L'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer) permet d'investiguer des domaines de recherche dans lesquels l'équipe est actuellement moins investie (vivier de collaborateurs encore peu représenté pour la partie service d'Artemis).

La mission principale du LMC14 reste le maintien de service et la jouvence de son équipement en tant qu'instrument national Artemis mais le dynamisme de recherche engagé par l'équipe (notamment portage d'une ANR, réponses aux AAP, développements méthodologiques) interroge sur la stabilité du statut (80 % service, 20 % R&D) acté avec les partenaires du LMC14 (CEA, CNRS, IRSN, IRD, ministère de la Culture).

## RECOMMANDATIONS AU THÈME

L'équipe du LMC14 souligne des difficultés à répertorier et valoriser son travail de prestation. Une meilleure traçabilité pourrait être faite par le biais d'une charte d'utilisation du service Artemis (p. ex., à mentionner dans les remerciements des disséminations concernées ou en document type à intégrer dans les annexes des publications concernées).

L'implication croissante dans les projets de recherche (portage, collaboration) bénéficiera à être accompagnée de recrutements (à négocier dans les AAP), si ce n'est de façon pérenne, à minima par le financement de contrats postdoctoraux et de CDD (qui pourront être opérationnels dans les transferts de compétences). Un point de vigilance est la démographie de l'équipe.

# DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

## DATES

**Début :** 18 novembre 2024 à 8 h

**Fin :** 20 novembre 2024 à 12 h

**Entretiens réalisés en présentiel**

## PROGRAMME DES ENTRETIENS

### Programme des entretiens Hcéres au LSCE 18-20 novembre 2024 – LSCE, bât 714, pièce 1129

---

#### Jour 1, lundi 18 novembre

---

##### Accueil du comité d'expert

11 h 45– 12 h 45 Huis clos comité d'expert et conseillère scientifique (CS) Hcéres + déjeuner

##### Séance plénière : salle 1129, bat 714

Présence : membres du comité, CS Hcéres, représentants des tutelles, tout le personnel de l'unité (en présentiel et en visio)

12 h 50 – 13 h **Introduction de la visite par la CS Hcéres** (Sylvie Bourquin)

13 h – 14 h 15 **Présentation de l'UMR : bilan des activités** = 30 min de présentation + 45 min discussion

14 h 15 – 16 h 15 **Présentation du Bilan par thème** : 30 min de présentation + 30 min discussion

14 h 15 *Thème 1 : Archives et traceurs*

15 h 15 *Thème 2 : Cycles et transferts*

16 h 15 – 16 h 30 Pause café

16 h 30 – 18 h suite :

16 h 30 *Thème 3 : Climat et cycles, 30 min de présentation + 30 min discussion*

17 h 30 *LMC14, 15 min de présentation + 15 min discussion*

**20 h : Dîner réunion de travail huis clos membres du comité** (à l'hôtel)

---

#### Jour 2, mardi 19 Novembre

---

9 h – 11 h **Visite des laboratoires et équipements** : comité divisé en deux groupes

Départ RDV 714 sud (parking).

Groupe 1	Groupe 2
9 h – 9 h 30 : Archives naturelles	9 h – 9 h 45 : Visite de l'infrastructure Actris
9 h 30 – 10 h 15 : Visite de l'infrastructure Icos	9 h 45 – 10 h 15 : Mesure du carbone quatorze
10 h 15 – 11 h : Développements instrumentaux	10 h 15 – 11 h : Milieux urbains
Option : Laboratoire comptage gamma	Option : Laboratoire paléomagnétisme

11 h – 11 h 45 Pause café & « posters » modélisation

11 h 45 – 13 h **Présentation de la trajectoire de l'UMR** = 30 min de présentation + 45 min discussion

13 h – 14 h Pause déjeuner : buffet avec le personnel & posters

**Séances en huis clos** : salle 1129, bat 714

Présence : membres du Comité, CS Hcéres, personnels concernés de l'unité

14 h – 15 h **Rencontre huis clos avec les personnels d'appui à la recherche (scientifiques et administratifs permanents)**

15 h – 15 h 45 **Rencontre huis clos avec les doctorants de l'unité**

15 h 45 – 16 h 30 **Rencontre huis clos avec les CDD (ingénieurs, techniciens, postdoctorants)**

16 h 30 – 17 h Pause café

17 h – 18 h **Rencontre huis clos avec les tutelles**

**20 h : Dîner réunion de travail huis clos membres du comité (à l'hôtel)**

---

### Jour 3, mercredi 20 Novembre

---

Suite séances en huis clos : salle 1129, bat 714

8 h 30 - 9 h 30 **Rencontre huis clos avec les enseignants-chercheurs et les chercheurs de l'unité**

9 h 30 – 10 h 30 **Rencontre huis clos avec la direction de l'unité**

10 h 30 - 13 h 30 **Réunion à huis clos du comité d'experts avec plateaux repas**

13 h 30 **Fin de la visite**

## POINTS PARTICULIERS À MENTIONNER

N.A.

## OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

Le Président de l'Université de  
Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines

A

Monsieur Stéphane Le Bouler,  
Président  
Haut Conseil de l'évaluation de la  
recherche et de l'enseignement  
supérieur  
2 rue Albert Einstein - 75013 PARIS

A Versailles,  
Le lundi 24/02/2025

Ref. DER-PUR260024915 - LSCE - Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement

**Objet** : Evaluation des unités de recherche – Volet Observation de portée générale

Monsieur le Président,

Nous avons pris connaissance avec le plus grand intérêt du rapport de l'HCERES concernant la demande de renouvellement de l'Unité de Recherche (UMR 8212), dénommée « Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE) », portée par M. Philippe Bousquet.

Nous remercions l'HCERES et le comité pour l'efficacité et la qualité de leur travail d'analyse et pour leurs recommandations constructives que le directeur d'unité et son équipe ne manqueront pas de mettre en œuvre avec le soutien des tutelles pour la période quinquennale 2026-2030.

La direction du Laboratoire ainsi que ses membres remercient également le comité pour leur excellente évaluation ainsi que pour les conseils apportés afin d'encourager le développement de l'unité et les recommandations pour pérenniser son rayonnement.

Nous vous adressons ci-joint les observations et commentaires du porteur de ce projet formulés au regard du rapport de l'HCERES.

Nous vous prions de croire, Monsieur le Président, à l'expression de nos cordiales salutations.

Professeur Loïc Josseran  
  
Président de l'UVSQ  


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



19 rue Poissonnière  
75002 Paris, France  
+33 1 89 97 44 00

