

## ÉVALUATION DE L'UNITÉ :

Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD)

## SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

École normale supérieure - ENS

Université Pierre et Marie Curie

École Polytechnique

Centre national de la recherche scientifique -  
CNRS

**CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2017-2018**  
**VAGUE D**

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.

## PRÉSENTATION DE L'UNITÉ

<b>Nom de l'unité :</b>	Laboratoire de Météorologie Dynamique
<b>Acronyme de l'unité :</b>	LMD
<b>Label demandé :</b>	UMR
<b>Type de demande :</b>	Renouvellement à l'identique
<b>N° actuel :</b>	UMR 8539
<b>Nom du directeur (2017-2018) :</b>	M. Philippe DROBINSKI
<b>Nom du porteur de projet (2019-2023) :</b>	M. Philippe DROBINSKI
<b>Nombre d'équipes du projet :</b>	6

## MEMBRES DU COMITÉ D'EXPERTS

<b>Présidente :</b>	M <sup>me</sup> Nadine CHAUMERLIAC, CNRS
<b>Experts :</b>	M <sup>me</sup> Agnès BORBON, CNRS (représentante du CoNRS) M. Xavier CARTON, université de Bretagne Occidentale (représentant du CNU) M. Ricardo HUESO, université du Pays Basque, Espagne M <sup>me</sup> Vassiliki KOTRONI, National Observatory of Athens, Grèce M. Frédéric PAROL, université de Lille 1 M. Laurent TERRAY, Cerfacs M <sup>me</sup> Sophie VALCKE, Cerfacs (personnel d'appui à la recherche)

**Conseiller scientifique représentant du Hcéres :**

M. Michel FLY

**Représentants des établissements et organismes tutelles de l'unité :**

M. Bruno BLANKE, CNRS/INSU

M. Benoît DEVEAUD, École Polytechnique

M. Jean-François DOUSSIN, CNRS/INSU

M. Bertrand MEYER, université Pierre et Marie Curie

M<sup>me</sup> Juliette LAMBIN, CNES (partenaire)

M. Yves LASZLO, École Normale Supérieure

M<sup>me</sup> Françoise PRETEUX, École Nationale des Ponts et Chaussées  
(partenaire)

# INTRODUCTION

## HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

Le LMD a été créé le 29/03/1968 en tant qu'unité propre de recherche du CNRS. Il est devenu en 1998 une unité mixte de recherche associant les tutelles : CNRS, Université Pierre et Marie Curie (UPMC), École Polytechnique et École Normale Supérieure (ENS). L'École Nationale des Ponts et Chaussées (ENPC) et le CNES sont actuellement des partenaires du LMD. L'unité est localisée sur trois sites : ENS, rue Lhomond à Paris ; École Polytechnique à Palaiseau ; et UPMC, place Jussieu à Paris.

## DIRECTION DE L'UNITÉ

Directeur : M. Philippe DROBINSKI ; directeurs adjoints : M. Riwal PLOUGONVEN, M. Fabio D'ANDREA, M. François FORGET ; administrateur : M<sup>me</sup> Gaëlle BRUANT.

## NOMENCLATURE HCÉRES

ST3 : sciences de la terre et de l'univers.

## DOMAINE D'ACTIVITÉ

La diversité des activités du LMD s'inscrit dans une unité thématique forte que décrit bien son nom : ce sont les phénomènes atmosphériques et leurs dynamiques qui sont étudiés, dans les trois implantations du laboratoire, par combinaison entre approches théoriques, observations et modélisations numériques. Le laboratoire se positionne clairement à la fois sur une recherche fondamentale sur les processus de la dynamique et de la physique de l'atmosphère et du climat, et sur une recherche finalisée, autour notamment des questions relatives à l'anticipation du réchauffement global et de ses conséquences.

Le laboratoire est structuré en six équipes scientifiques ayant les thématiques suivantes :

1. étude du climat global et des processus climatiques à partir du rayonnement émis et diffusé, en lien avec la composition et la dynamique de l'atmosphère et des surfaces (ABC(t)) ;
2. étude des mécanismes fondamentaux de la dynamique et de la physique des fluides géophysiques (atmosphère et océan), de l'échelle turbulente à l'échelle planétaire (DPAO) ;
3. amélioration de notre compréhension physique du système climatique et anticipation de l'évolution future du climat (EMC3) ;
4. étude au niveau régional des processus physico-chimiques de fine échelle (typiquement inférieures à 10 km) dans la troposphère (InTro) ;
5. étude des atmosphères planétaires (Planéto) ;
6. étude des processus radiatifs, physiques et dynamiques atmosphériques, liés aux nuages et à leurs précurseurs (vapeur d'eau, aérosols) (SIRTA-LMD, Site Instrumental de Recherche par Télédétection Atmosphérique).

La recherche du LMD s'appuie sur des approches multiples (études théoriques, modélisation numérique et observation de l'atmosphère, de l'océan et des surfaces continentales à diverses échelles) et sur une synergie entre les équipes avec :

1. le développement et l'utilisation du modèle de circulation générale LMDz pour l'étude du climat terrestre et des atmosphères planétaires (EMC3, DPAO, Planéto en particulier) ;
2. le développement du modèle climatique DYNAMICO qui mobilise 4 équipes du LMD (EMC3, InTro, DPAO, Planéto) ;
3. l'étude du cycle de l'eau en Méditerranée dans le cadre des projets HyMeX et MED-CORDEX (InTro, EMC3) et en région parisienne dans le cadre du SIRTA (SIRTA-LMD, EMC3, InTro).

## EFFECTIFS DE L'UNITÉ

Composition de l'unité	Nombre au 30/06/2017	Nombre au 01/01/2019
<b>Personnels permanents en activité</b>		

Professeurs et assimilés	7	7
Maitres de conférences et assimilés	7	8
Directeurs de recherche et assimilés	21	21
Chargés de recherche et assimilés	15	16
Conservateurs, cadres scientifiques (EPIC, fondations, industries, etc.)	2	2
Professeurs du secondaire détachés dans le supérieur	0	0
ITA, BIATSS autres personnels cadres et non-cadres des EPIC	38	42
<b>TOTAL personnels permanents en activité</b>	<b>90</b>	<b>96</b>
<b>Personnels non-titulaires, émérites et autres</b>		
Enseignants-chercheurs non titulaires, émérites et autres	5	
Chercheurs non titulaires (dont post-doctorants), émérites et autres	45	
Autres personnels non titulaires (appui à la recherche)	10	
Doctorants	39	
<b>TOTAL personnels non titulaires, émérites et autres</b>	<b>99</b>	
<b>TOTAL unité</b>		
<b>TOTAL unité</b>	<b>189</b>	

## AVIS GLOBAL SUR L'UNITÉ

L'excellence scientifique du LMD en fait un laboratoire emblématique, reconnu au plus haut niveau international en sciences des climats terrestre et planétaires pour le développement de méthodes originales d'analyse de processus et de rétroactions, de modèles atmosphériques communautaires, d'instruments innovants, d'algorithmes pour des missions spatiales, la coordination de grandes campagnes de mesure comme HyMeX, de bases de données de référence comme « Mars climate database » et des participations dans des grands exercices internationaux d'intercomparaison de modèles. Le LMD assure aussi plusieurs responsabilités du plus haut niveau dans les activités du GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat).

Le LMD joue un rôle clé au sein de l'IPSL (Institut Pierre Simon Laplace), par la gestion de l'infrastructure SIRTa, du centre de données ESPRI (Ensemble de Services Pour la Recherche à l'IPSL), du Pôle Système Solaire, le développement d'outils de modélisation numérique de l'IPSL et la réalisation des simulations climatiques CMIP (*Coupled Model Intercomparison Project*). La recherche du LMD est valorisée au travers d'une production scientifique de très grande qualité. Ses chercheurs, souvent invités à des conférences internationales, ont obtenu de nombreux prix et distinctions prestigieuses. L'ERC EUREC4A qui a été retenue récemment rassemble plusieurs équipes du LMD.

La nouvelle direction stimule l'émergence de thèmes transverses fédérateurs et propose un affichage plus marqué des activités de recherche et de formation autour de la plateforme nationale du SIRTa par la création d'une nouvelle équipe SIRTa-LMD.

Le LMD est également très présent dans les comités scientifiques, que ce soit dans les groupes d'experts des missions spatiales de l'ESA ou dans les commissions du WCRP (*World Climate Research Program*).

Le LMD contribue aux Labex L-IPSL et ESEP et aux trois Idex/Comue portés par ses tutelles : Paris Sciences et Lettres, Paris Saclay et Paris Sorbonne université.

Le LMD s'investit fortement dans les activités d'enseignement de l'École Polytechnique, de l'ENS, de l'UPMC et dans la formation par la recherche. Ceci se traduit par un nombre important de thèses et d'Habilitations à diriger des Recherches (HdR) soutenues.

La direction du laboratoire est bien perçue par ses tutelles et organismes qui affichent leur soutien à la mesure de leurs moyens au laboratoire et à son projet.

## ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

Le LMD a suivi les recommandations du précédent comité d'experts avec un effort de cohésion et de synergie entre les activités inter-sites du laboratoire. Les axes transverses sur les développements de modélisation (notamment DYNAMICO), l'utilisation de LMDz pour l'étude du climat terrestre et des atmosphères planétaires, le cycle de l'eau en Méditerranée et/ou en région parisienne en sont le résultat.

### CRITÈRE 1 : QUALITÉ DES PRODUITS ET ACTIVITÉS DE LA RECHERCHE

#### A - Production de connaissances et activités concourant au rayonnement et à l'attractivité scientifique

<b>Production de connaissances et activités concourant au rayonnement et à l'attractivité de l'unité</b> <b>Période du 01/01/2012 au 30/06/2017</b>	<b>Nombre</b>
Journaux / revues : articles scientifiques	848
Journaux / revues : articles de synthèse / revues bibliographiques	21
Ouvrages : direction / édition scientifique	5
Ouvrages : chapitres d'ouvrage	56
Colloques / congrès, séminaires de recherche : éditions d'actes de colloques / congrès, articles publiés dans des actes de colloques / congrès	54
Colloques / congrès, séminaires de recherche : autres produits présentés dans des colloques / congrès et des séminaires de recherche	758
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats européens (ERC, H2020, etc.) et internationaux (NSF, JSPS, NIH, Banque mondiale, FAO, etc.)	41
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats nationaux (ANR, PHRC, FUI, INCA, etc.)	70
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats avec les collectivités territoriales	3
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats financés dans le cadre du PIA	9
Chercheurs invités, post-doctorants	136
Produits et outils informatiques : logiciels	32
Produits et outils informatiques : corpus	Non
Produits et outils informatiques : outils présentés dans le cadre de compétitions de solveurs	1
Produits et outils informatiques : outils d'aide à la décision	2
Activités éditoriales : participation à des comités éditoriaux (revues, collections)	15
Activités d'évaluation : responsabilités au sein d'instances d'évaluation	Oui

Activités d'évaluation : évaluation d'articles et d'ouvrages scientifiques	Oui
Activités d'évaluation : évaluation de laboratoires (type Hcéres)	Oui
Activités d'évaluation : évaluation de projets de recherche	Oui
Indices de reconnaissance : prix	9
Indices de reconnaissance : distinctions	8
Indices de reconnaissance : responsabilités dans des sociétés savantes	Oui
Indices de reconnaissance : invitations à des colloques / congrès à l'étranger, séjours dans des laboratoires étrangers	180

### Points forts et possibilités liées au contexte

Le laboratoire a produit plus de 800 publications dont 11 *Nat. Geosci.*, 8 *Nature*, 7 PNAS, 6 *Nat. Clim. Change*, 3 *Nat. Comm.* Parmi ces publications, 33 sont des papiers à fort taux de citation et trois chercheurs font partie des auteurs les plus cités (classement *Web of Science*).

Plusieurs membres du LMD ont contribué au 5<sup>ème</sup> rapport du GIEC : 1 comme éditeur coordinateur, 2 comme auteurs principaux, 2 auteurs contributeurs et un comme examinateur du rapport.

De nombreuses distinctions ont été attribuées à plusieurs membres du laboratoire (2 médailles de bronze du CNRS, une nomination récente à l'Académie des sciences, des « EGU medals » (2014 & 2017), 2 nominations à l'« Academia Europaea » (2013), un prix du WCRP (2015)). Une ERC Advanced Grant, EUREC4A, vient également d'être obtenue.

Ce rayonnement exceptionnel du laboratoire lui permet d'accéder à de nombreuses ressources et contrats (plus de 90 contrats avec environ 13M€ en ressources propres et 280 K€/an en subvention d'état).

Le LMD joue un rôle central dans 6 missions spatiales sélectionnées sur tous les domaines d'observation, qu'il s'agisse des missions atmosphère sur les « gaz à effet de serre » du CNES avec IASI-NG, Merlin, MicroCarb, de la mission végétation ESA « fluorescence » FLEX, de la mission univers vers Mars Hope jusqu'à la mission océanique CNES/NASA SWOT. Ces missions sont soutenues par du développement instrumental en laboratoire, autour de la technologie lidar (1 brevet, 1 projet en prématuration), de l'élaboration d'algorithmes de traitement des données spatiales (certains logiciels sont exploités par des entreprises privées) et de simulateur instrumental d'exploitation des données pour l'évaluation des modèles.

Le laboratoire concentre actuellement ses efforts sur le développement d'un nouveau cœur dynamique DYNAMICO (atmosphères profondes, non-hydrostatique) pour le modèle LMDz.

Le laboratoire est également très actif dans la coordination de campagnes de mesures nationales et internationales : PARISFOG (2012), HyMeX (2013), StratoClim, AirCore (2016) par exemple.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

Le programme scientifique du LMD est très ambitieux dans un contexte budgétaire contraint, notamment en termes de ressources humaines.

Les principaux risques encourus dans les projets sont surtout liés aux aléas des missions spatiales. Sur ces projets spatiaux et hautement techniques, il faut veiller à la précarité des ingénieurs et techniciens en CDD.

D'autres risques sont inhérents à l'accès à des moyens de calcul et de stockage adéquats pour la modélisation climatique qui ne sont pas nécessairement garantis à l'avenir.

### Appréciation sur la production, le rayonnement et l'attractivité

La production et le rayonnement scientifique du LMD aux niveaux national et international sont exceptionnels. Ses fortes expertises engendrent des collaborations internationales remarquables et attirent de nombreux jeunes chercheurs et doctorants étrangers.



## B - Interaction avec l'environnement, impacts sur l'économie, la société, la culture, la santé

Interaction de l'unité avec l'environnement, impacts sur l'économie, la société, la culture, la santé Période du 01/01/2012 au 30/06/2017	Nombre
Rapports d'expertises techniques, produits des instances de normalisation	32
Interactions avec les acteurs socio-économiques : contrats de R&D avec des industriels	6
Interactions avec les acteurs socio-économiques : bourses Cifre	1
Interactions avec les acteurs socio-économiques : création de laboratoires communs avec une / des entreprise(s)	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : création de réseaux ou d'unités mixtes technologiques	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : création d'entreprises, de start-up	1
Brevets, licences et déclarations d'invention	4
Produits destinés au grand public : émissions radio, TV, presse écrite	298
Produits destinés au grand public : produits de vulgarisation : articles, interviews, éditions, vidéos, etc.	60
Produits destinés au grand public : produits de médiation scientifique	Oui
Produits destinés au grand public : débats science et société	18

### Points forts et possibilités liées au contexte

Plusieurs points forts du laboratoire sont à souligner : le développement et l'utilisation de Chimère à haute résolution avec des applications très pertinentes sur la pollution et la santé.

La plateforme expérimentale du SIRTA est bien valorisée sur l'étude du brouillard et dans le cadre du projet TREND-X sur l'optimisation de l'utilisation des ressources énergétiques. Ces études ont aussi abouti au développement de logiciels comme PVSCOPE et WINDPOS qui ont fait l'objet de transfert vers les entreprises. La forte expertise du LMD sur les lidars s'est traduite aussi par le dépôt d'un brevet.

L'implication forte de plusieurs membres du LMD dans les exercices du GIEC est remarquable et on peut souligner aussi leur contribution à l'analyse des stratégies d'atténuation du changement climatique ou encore à la géo-ingénierie de l'environnement.

Ces contributions du laboratoire à des questions d'intérêt sociétal sont généralement accompagnées d'actions de vulgarisation et de diffusion des connaissances notamment sur les questions de changement climatique et sur les événements extrêmes.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

L'implication dans les actions de valorisation pourrait être encore plus soutenue mais réclamerait une mobilisation accrue des ressources humaines au détriment des autres missions et sollicitations scientifiques.

## Appréciation sur les interactions avec l'environnement, impacts sur l'économie, la société, la culture, la santé

Les recherches menées au LMD sont en lien fort avec les préoccupations sociétales actuelles (pollution, changement climatique, énergies, santé,...).

### C – Implication dans la formation par la recherche

Implication dans formation par la recherche de l'unité Période du 01/01/2012 au 30/06/2017	Nombre
Nombre de personnes Habilitées à Diriger des Recherches (HDR) ou assimilées	48
Nombre de doctorants	100
Nombre de thèses soutenues	58
Durée moyenne des thèses	NR
Nombre moyen d'articles par étudiant	NR
Produits des activités didactiques : ouvrages	0
Produits des activités didactiques : e-learning, moocs, cours multimédia, etc.	9

#### Points forts et possibilités liées au contexte

Le LMD est un pilier de la formation en géosciences (océan-atmosphère et planétologie) en Île-de-France. Le LMD participe à plus de 2500h/an d'enseignement et a accès à un vivier d'étudiants excellents issus d'établissements de renom comme l'UPMC, l'ENS et l'École Polytechnique. L'enseignement est de très haut niveau et favorise le recrutement de doctorants français et/ou étrangers de très grande qualité. La récente École universitaire de recherche de l'IPSL offre la possibilité de mutualiser les filières de master et d'assurer la visibilité des formations portées par le LMD.

La mise à disposition d'outils de simulation (eduplanet) et/ou d'expérimentation (SIRTA) est un point fort d'attractivité pour les étudiants.

La majeure partie des étudiants n'a aucune difficulté à se placer dans la vie active soit en recherche académique (CNRS, CNES, CEA, Météo-France, INERIS, IFREMER, ADEME, ONERA, université) soit dans le privé (Thales Alenia Space, Thales services, Aria technologie, Airbus defence and Space, EDF, ENGIE). Les entreprises qui embauchent les docteurs du LMD sont souvent les partenaires industriels du LMD dans le cadre des recherches conduites sur l'instrumentation spatiale ou sur l'énergie.

#### Points à améliorer et risques liés au contexte

La multiplication des formations adossées sur plusieurs Comues pourrait mettre en péril le maintien des filières spécifiques aux sciences atmosphériques.

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

L'implication du LMD dans la formation par la recherche est excellente avec une forte attractivité des domaines enseignés (météorologie dynamique, sciences du climat, exploration spatiale, planétologie,...).

## CRITÈRE 2 : ORGANISATION ET VIE DE L'UNITÉ

Organisation et vie de l'unité Période du 01/01/2012 au 30/06/2017	Nombre
Ratio femmes/hommes dans l'unité	39/79
Ratio femmes/hommes parmi les EC et C de l'unité	20/42
Ratio femmes/hommes parmi les docteurs et doctorants de l'unité	33/67
Ratio femmes/hommes aux postes de responsabilité de l'unité (direction, sous-direction de l'unité, direction d'équipes)	NR

### Points forts et possibilités liées au contexte

Le LMD dispose d'une nouvelle équipe de direction bien structurée, représentative et appréciée des diverses tutelles. Le management est dynamique et efficace avec la définition de thématiques scientifiques cohérentes et permet d'avancer concrètement sur les points critiques identifiés (sous-effectif en personnel administratif et technique par exemple). Un bureau d'étude est mis en place en mutualisation avec l'École Polytechnique.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

La répartition géographique du laboratoire sur trois sites requiert une communication interne plus soutenue avec des réunions régulières d'échanges de groupes scientifiques et techniques. Notamment, une refonte importante du site web du laboratoire devrait améliorer la communication interne et externe.

Des axes transverses ont été définis et il faudra bien veiller à les animer et à les dynamiser dans le futur.

Par exemple, l'organisation de journées pour les doctorants et les post-doctorants leur permettrait de présenter et de discuter l'avancement de leurs travaux avec l'ensemble des chercheurs et ingénieurs du laboratoire.

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

L'évolution de l'organisation et la vie de l'unité mise en place par la nouvelle direction est très encourageante et reconnue par l'ensemble des personnels.

## CRITÈRE 3 : PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES À CINQ ANS ET FAISABILITÉ DU PROJET

### Points forts et possibilités liées au contexte

Les perspectives à cinq ans sont scientifiquement solides. Elles s'insèrent parfaitement dans les priorités internationales des programmes de recherche sur le climat et dans les grands projets spatiaux (atmosphériques, océaniques et planétologiques). Elles répondent aux grandes questions sociétales d'adaptation aux impacts du changement climatique, aux questions liées à la transition énergétique, aux risques pollution-santé,...

Il faut souligner l'exceptionnelle approche intégrée liant théorie, développement instrumental, observations, analyses et modélisation, qui permettra au LMD de rester à la pointe de ses domaines d'expertise.

## Points à améliorer et risques liés au contexte

Les perspectives sont riches et diversifiées mais peuvent conduire à de la dispersion et à de la surcharge compte tenu du potentiel humain contraint et des difficultés d'anticipation de recrutements futurs et/ou de pérennisation des personnels temporaires.

### Appréciation sur les perspectives scientifiques à cinq ans et la faisabilité du projet

Les perspectives scientifiques sont riches et bien argumentées, elles s'insèrent dans le cadre des grands programmes internationaux et sont en lien avec les défis sociétaux actuels.

## RECOMMANDATIONS A L'UNITÉ

### A – Recommandations concernant les produits et activités de la recherche

Le comité d'experts félicite le laboratoire pour la qualité exceptionnelle de ses travaux de recherche et l'encourage à maintenir ce niveau d'excellence.

### B – Recommandations concernant l'organisation et la vie de l'unité

Le comité d'experts recommande au laboratoire de veiller à la bonne communication entre les différents sites et les différentes équipes et pour toutes les catégories de personnel.

Le laboratoire doit veiller à mettre en adéquation la définition et le dimensionnement des projets avec les ressources humaines qui leur seront affectées.

### C – Recommandations concernant les perspectives scientifiques à cinq ans et la faisabilité du projet

Le comité d'experts recommande au laboratoire de favoriser le développement des questions scientifiques transverses qui ont été identifiées dans les perspectives autour des outils phares de modélisation et d'observations (notamment le modèle LMDZ/DYNAMICO et la plateforme SIRTA).

## ANALYSE ÉQUIPE PAR ÉQUIPE

**Équipe 1 :** **ABC(t) :** Atmosphère-Biosphère-Climatologie (télédétection)

Nom du responsable : M. Cyril CREVOISIER

### DOMAINE D'ACTIVITÉ DE L'ÉQUIPE

Le domaine principal d'activité de l'équipe ABC(t) est l'étude du climat global et des processus climatiques à partir de l'analyse du rayonnement émis et diffusé par l'atmosphère et la surface, en lien avec la composition et la dynamique de l'atmosphère et des surfaces, par télédétection active et passive depuis le sol et l'espace.

### EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Composition de l'équipe	Nombre au 30/06/2017	Nombre au 01/01/2019
<b>Personnels permanents en activité</b>		
Professeurs et assimilés	0	0
Maitres de conférences et assimilés	0	0
Directeurs de recherche et assimilés	3	3
Chargés de recherche et assimilés	3	3
Conservateurs, cadres scientifiques (EPIC, fondations, industries, etc.)	1	1
Professeurs du secondaire détachés dans le supérieur	0	0
ITA, BIATSS autres personnels cadres et non-cadres des EPIC	8	10
<b>TOTAL personnels permanents en activité</b>	<b>15</b>	<b>17</b>
<b>Personnels non-titulaires, émérites et autres</b>		
Enseignants-chercheurs non titulaires, émérites et autres	1	
Chercheurs non titulaires (dont post-doctorants), émérites et autres	13	
Autres personnels non titulaires (appui à la recherche)	6	
Doctorants	3	
<b>TOTAL personnels non titulaires, émérites et autres</b>	<b>23</b>	
<b>TOTAL équipe</b>	<b>38</b>	

## CRITÈRE 1 : QUALITÉ DES PRODUITS ET ACTIVITÉS DE LA RECHERCHE

## A - Production de connaissances et activités concourant au rayonnement et à l'attractivité scientifique

<b>Production de connaissances et activités concourant au rayonnement et à l'attractivité de l'unité</b> <b>Période du 01/01/2012 au 30/06/2017</b>	<b>Nombre</b>
Journaux / revues : articles scientifiques	55
Journaux / revues : articles de synthèse / revues bibliographiques	3
Ouvrages : direction / édition scientifique	0
Ouvrages : chapitres d'ouvrage	3
Colloques / congrès, séminaires de recherche : éditions d'actes de colloques / congrès, articles publiés dans des actes de colloques / congrès	0
Colloques / congrès, séminaires de recherche : autres produits présentés dans des colloques / congrès et des séminaires de recherche	148
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats européens (ERC, H2020, etc.) et internationaux (NSF, JSPS, NIH, Banque mondiale, FAO, etc.)	0
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats nationaux (ANR, PHRC, FUI, INCA, etc.)	0
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats avec les collectivités territoriales	0
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats financés dans le cadre du PIA	1
Chercheurs invités, post-doctorants	27
Produits et outils informatiques : logiciels	8
Produits et outils informatiques : corpus	Non
Produits et outils informatiques : outils présentés dans le cadre de compétitions de solveurs	0
Produits et outils informatiques : outils d'aide à la décision	0
Activités éditoriales : participation à des comités éditoriaux (revues, collections)	0
Activités d'évaluation : responsabilités au sein d'instances d'évaluation	Oui
Activités d'évaluation : évaluation d'articles et d'ouvrages scientifiques	Oui
Activités d'évaluation : évaluation de laboratoires (type Hcéres)	Non
Activités d'évaluation : évaluation de projets de recherche	Oui

Indices de reconnaissance : prix	0
Indices de reconnaissance : distinctions	0
Indices de reconnaissance : responsabilités dans des sociétés savantes	Oui
Indices de reconnaissance : invitations à des colloques / congrès à l'étranger, séjours dans des laboratoires étrangers	6

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe ABC(t) est actuellement composée de 11 chercheurs (dont 4 émérites) et 9 ingénieurs permanents. Cette équipe est le résultat du regroupement de trois anciens groupes du LMD (Ara, Lidar, et Fluo) et a bénéficié récemment de la mobilité de 3 chercheurs CNRS du LISA (Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques) vers le LMD. Forte de ces expertises variées, l'équipe produit une recherche de très bon niveau qui couvre tous les aspects liés aux missions spatiales (de la spectroscopie à l'analyse climatique de données). Elle a fourni une production scientifique de qualité, avec 55 articles dans des revues de rang A de très bon niveau. Elle a contribué à 3 « *Highly cited papers* » en 2012 et 2013. L'équipe a également produit 41 communications dont 6 invitées, 2 chapitres de livre, 5 thèses. Il faut souligner la très forte implication de l'équipe dans le développement de prototypes et démonstrateurs (AirCore, COWI, etc.) ainsi que dans le développement de bases de données communautaires (GEISA, TIGR) et de logiciels dont certains à vocation opérationnelle (4A/OP).

### Points à améliorer et risques liés au contexte

Malgré l'intégration récente de 5 nouveaux permanents, les ressources humaines de l'équipe sont limitées au regard de l'ensemble des activités qui sont couvertes. Les développements deviennent peut-être trop ambitieux pour l'équipe même avec le renfort de chercheurs et d'ingénieurs contractuels.

### Appréciation sur la production, le rayonnement et l'attractivité

La production (articles, logiciels,...) est de très bon niveau. Le rayonnement de l'équipe sur le plan national aussi bien qu'international est excellent du fait, entre autres, de son implication dans de nombreuses missions spatiales retenues par le CNES et les agences européennes ainsi que dans des groupes de travail internationaux (GEWEX, ISSWG).

## B - Interaction avec l'environnement, impacts sur l'économie, la société, la culture, la santé

Interaction de l'unité avec l'environnement, impacts sur l'économie, la société, la culture, la santé Période du 01/01/2012 au 30/06/2017	Nombre
Rapports d'expertises techniques, produits des instances de normalisation	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : contrats de R&D avec des industriels	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : bourses Cifre	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : création de laboratoires communs avec une / des entreprise(s)	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : création de réseaux ou d'unités mixtes technologiques	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : création d'entreprises, de start-up	0
Brevets, licences et déclarations d'invention	1
Produits destinés au grand public : émissions radio, TV, presse écrite	0
Produits destinés au grand public : produits de vulgarisation : articles, interviews, éditions, vidéos, etc.	4
Produits destinés au grand public : produits de médiation scientifique	Non
Produits destinés au grand public : débats science et société	0

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe a déposé un brevet (Émetteur laser à impulsions multifréquences). On peut souligner également le transfert des activités de productions de données de l'équipe vers le Pôle national AERIS. L'équipe ABC(t) a su valoriser plusieurs produits (chaines de traitement des données) qui ont été retenus au niveau européen par l'agence opérationnelle EUMETSAT ou pour le Service Atmosphère de Copernicus. La participation de plusieurs membres de l'équipe à des instances d'expertise dans les domaines du spatial ou du climat est importante et en bonne adéquation avec les projets de l'équipe.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

Les partenariats industriels sont peu développés ou peu apparents malgré l'implication forte de l'équipe dans le développement de concepts instrumentaux (lidar, AirCore,...).

### Appréciation sur les interactions avec l'environnement, les impacts sur l'économie, la société, la culture, la santé

L'équipe a de très bonnes interactions avec l'environnement socio-économique dans le cadre de la valorisation de certains produits comme la quantification des gaz à effet de serre (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>) auprès des agences spatiales. Du fait de son expertise en instrumentation, les partenariats industriels pourraient être davantage développés.



## C – Implication dans la formation par la recherche

Implication dans formation par la recherche de l'unité Période du 01/01/2012 au 30/06/2017	Nombre
Nombre de personnes Habilitées à Diriger des Recherches (HDR) ou assimilées	10
Nombre de doctorants	9
Nombre de thèses soutenues	6
Durée moyenne des thèses	NR
Nombre moyen d'articles par étudiant	NR
Produits des activités didactiques : ouvrages	0
Produits des activités didactiques : e-learning, moocs, cours multimédia, etc.	0

### Points forts et possibilités liées au contexte

Aucune remarque particulière du comité d'experts.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

Le rapport de l'équipe manque d'éléments pour apprécier la qualité de la formation. Si l'on s'en tient au rapport et aux chiffres fournis par l'équipe, son implication dans la formation par la recherche (nombres d'étudiants de masters et de doctorat accueillis) n'apparaît pas très importante au regard du nombre de permanents (en particulier 10 HDR). Pourtant, dans un avenir proche l'équipe va être impliquée dans de nombreux projets spatiaux qui vont induire une augmentation notable de nouvelles activités de recherche motivantes pour des jeunes chercheurs.

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

L'implication de l'équipe dans la formation pourrait être plus conséquente et il faudra qu'elle se renforce avec l'augmentation des projets spatiaux dans lesquels l'équipe est engagée.

## CRITÈRE 2 : ORGANISATION ET VIE DE L'ÉQUIPE

Organisation et vie de l'équipe Période du 01/01/2012 au 30/06/2017	Nombre
Ratio femmes/hommes dans l'équipe	7/18
Ratio femmes/hommes parmi les EC et C de l'équipe	5/5
Ratio femmes/hommes parmi les docteurs et doctorants de l'équipe	0/9
Ratio femmes/hommes aux postes de responsabilité de l'équipe (direction, sous-direction)	NR

## Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe est organisée autour de 5 grands thèmes dont 1 thème transverse qui fédère une grande partie des permanents. Des réunions régulières des permanents sont organisées pour échanger sur les activités, les moyens, etc. Les activités concernant les projets spatiaux sont suivies à un rythme soutenu (2 à 4 réunions/mois). Des séminaires d'équipe organisés régulièrement regroupent permanents et non permanents.

## Points à améliorer et risques liés au contexte

En termes de communication externe (mais aussi interne) la page Web mériterait d'être complétée afin de valoriser l'ensemble des développements de l'équipe.

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

L'organisation de la vie de l'équipe est satisfaisante mais des efforts doivent être engagés sur la communication interne et externe pour valoriser les développements de l'équipe et son interaction avec l'extérieur (notamment la formation).

## CRITÈRE 3 : PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES À CINQ ANS ET FAISABILITÉ DU PROJET

Le projet de l'équipe est en continuité avec le bilan mais est réorganisé en 4 thèmes : (1) Spectroscopie et transfert radiatif, (2) Instrumentation innovante, (3) Étude des variables climatiques essentielles depuis l'espace et (4) Conception et préparation des futures missions spatiales. Pour chacun de ces thèmes, l'équipe identifie clairement des enjeux ou des verrous auxquels elle propose de répondre : adapter les codes de transfert radiatif pour tenir compte de phénomènes de plus en plus fins, poursuivre des développements instrumentaux originaux (source laser), mettre en place des stratégies d'observation du carbone au niveau national et international, maintenir une participation active dans les prochaines missions spatiales (IASI-NG, Merlin, MicroCarb, Flex). Il est certain que l'expertise de l'équipe ABC(t) la place au meilleur niveau international sur la plupart de ces thèmes de recherche. Les questions abordées via ces thèmes sont fondamentales puisqu'elles relèvent du suivi des sources et puits de carbone aux différentes échelles et du suivi de grandeurs atmosphériques essentielles pour le climat (nuages, aérosols,...). La construction du projet apparaît cohérente au regard des activités antérieures mais il est ambitieux et sa faisabilité dépendra de la capacité de l'équipe à recruter de nouveaux permanents.

## Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe propose de maintenir des orientations de recherche proches et dans la continuité de ce qu'elles ont été dans le contrat précédent. Le projet n'est donc pas original en soi mais relève du constat que l'équipe possède un très bon niveau d'expertise reconnu au niveau national et international pour approfondir ou consolider ces axes de recherche. Sur le plan des missions spatiales le contexte est favorable à l'équipe ABC(t) qui se retrouve impliquée dans plusieurs futures missions innovantes (IASI-NG, MicroCarb, Merlin, Flex). Les récents travaux menés avec les agences (CNES, EUMETSAT) en font un interlocuteur privilégié pour ces partenaires.

## Points à améliorer et risques liés au contexte

Les ressources humaines de l'équipe sont limitées et il y a un risque que le projet soit trop ambitieux, même avec le soutien de personnels contractuels.

### Appréciation sur les perspectives scientifiques à cinq ans et la faisabilité du projet

Les perspectives de l'équipe sont bien organisées avec identification claire des verrous scientifiques et permettent d'assurer une participation active dans les prochaines missions spatiales. Elle doit cependant être vigilante sur les ressources humaines nécessaires pour mener à bien ces projets.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

### **A – Recommandations concernant les produits et activités de la recherche**

Le comité d'experts félicite l'équipe pour son excellence dans la conception, la conduite et l'exploitation de nombreuses missions spatiales. Il l'encourage à développer ses partenariats industriels pour mieux valoriser ses développements instrumentaux innovants.

### **B – Recommandations concernant l'organisation et la vie de l'équipe**

La communication interne et externe de l'équipe doit être renforcée pour valoriser ses développements et attirer de jeunes doctorants.

### **C – Recommandations concernant les perspectives scientifiques à cinq ans et la faisabilité du projet**

Les ressources humaines et financières disponibles et allouées seulement sur le court terme risquent d'être insuffisantes au regard du nombre de projets envisagés. Un renforcement est nécessaire pour mieux exploiter les données climatiques et développer des liens avec la modélisation à grande échelle.

**Équipe 2 :** DPAO : Dynamique et Physique de l'Atmosphère et de l'Océan

Nom du responsable : M. Guillaume LAPEYRE

## DOMAINE D'ACTIVITÉ DE L'ÉQUIPE

L'équipe étudie les mécanismes fondamentaux de la dynamique des fluides géophysiques (atmosphère et océan), de l'échelle turbulente à l'échelle planétaire par des études analytiques ou en utilisant des modèles numériques idéalisés pour mieux caractériser des processus physiques.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Composition de l'équipe	Nombre au 30/06/2017	Nombre au 01/01/2019
<b>Personnels permanents en activité</b>		
Professeurs et assimilés	4	4
Maitres de conférences et assimilés	1	1
Directeurs de recherche et assimilés	9	9
Chargés de recherche et assimilés	6	6
Conservateurs, cadres scientifiques (EPIC, fondations, industries, etc.)	0	0
Professeurs du secondaire détachés dans le supérieur	0	0
ITA, BIATSS autres personnels cadres et non-cadres des EPIC	6	6
<b>TOTAL personnels permanents en activité</b>	<b>26</b>	<b>26</b>
<b>Personnels non-titulaires, émérites et autres</b>		
Enseignants-chercheurs non titulaires, émérites et autres	2	
Chercheurs non titulaires (dont post-doctorants), émérites et autres	11	
Autres personnels non titulaires (appui à la recherche)	3	
Doctorants	13	
<b>TOTAL personnels non titulaires, émérites et autres</b>	<b>29</b>	
<b>TOTAL équipe</b>	<b>55</b>	

## CRITÈRE 1 : QUALITÉ DES PRODUITS ET ACTIVITÉS DE LA RECHERCHE

## A - Production de connaissances et activités concourant au rayonnement et à l'attractivité scientifique

<b>Production de connaissances et activités concourant au rayonnement et à l'attractivité de l'unité</b> <b>Période du 01/01/2012 au 30/06/2017</b>	<b>Nombre</b>
Journaux / revues : articles scientifiques	244
Journaux / revues : articles de synthèse / revues bibliographiques	7
Ouvrages : direction / édition scientifique	2
Ouvrages : chapitres d'ouvrage	20
Colloques / congrès, séminaires de recherche : éditions d'actes de colloques / congrès, articles publiés dans des actes de colloques / congrès	34
Colloques / congrès, séminaires de recherche : autres produits présentés dans des colloques / congrès et des séminaires de recherche	156
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats européens (ERC, H2020, etc.) et internationaux (NSF, JSPS, NIH, Banque mondiale, FAO, etc.)	16
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats nationaux (ANR, PHRC, FUI, INCA, etc.)	30
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats avec les collectivités territoriales	1
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats financés dans le cadre du PIA	2
Chercheurs invités, post-doctorants	38
Produits et outils informatiques : logiciels	9
Produits et outils informatiques : corpus	Non
Produits et outils informatiques : outils présentés dans le cadre de compétitions de solveurs	0
Produits et outils informatiques : outils d'aide à la décision	1
Activités éditoriales : participation à des comités éditoriaux (revues, collections)	7
Activités d'évaluation : responsabilités au sein d'instances d'évaluation	Oui
Activités d'évaluation : évaluation d'articles et d'ouvrages scientifiques	Oui
Activités d'évaluation : évaluation de laboratoires (type Hcéres)	Oui
Activités d'évaluation : évaluation de projets de recherche	Oui

Indices de reconnaissance : prix	2
Indices de reconnaissance : distinctions	3
Indices de reconnaissance : responsabilités dans des sociétés savantes	Non
Indices de reconnaissance : invitations à des colloques / congrès à l'étranger, séjours dans des laboratoires étrangers	102

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe a une compétence exceptionnelle pour les études de processus physiques fondées sur les modèles idéalisés, les modèles réalistes et les mesures in-situ : étude des blocages atmosphériques, de la dynamique des tempêtes extra-tropicales, du rôle des processus diabatiques dans la dynamique tourbillonnaire, de l'instabilité des courants côtiers ou de l'impact de la méso-échelle océanique sur les écosystèmes marins. Les travaux ont été publiés dans les meilleurs journaux de la discipline ainsi que dans *Nature* et *Science*.

Le rayonnement national et international est important de par le niveau des publications scientifiques, le développement de logiciels et de bases de données ainsi que sur le plan instrumental ; les chercheurs ont été récompensés par 5 prix et distinctions.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

La dispersion de l'équipe sur 2 sites et l'intégration du groupe océanographique et de l'équipe des atmosphériciens sont deux facteurs à prendre en compte. Le manque de personnel semble être également un point à gérer de façon prioritaire en particulier le manque de support informatique et administratif à l'ENS.

### Appréciation sur la production, le rayonnement et l'attractivité

La production de l'équipe est excellente en quantité comme en qualité, avec des articles dans les meilleurs journaux et un souci de diffusion plus général de l'information scientifique.

Le rayonnement de l'équipe en termes instrumental (nouveaux types de ballons-aéroclippers, instruments embarqués sous ballons,...) et son rôle prépondérant dans les campagnes internationales d'observations (Stratéole 2 et Stratoclim) sont également remarquables.

## B - Interaction avec l'environnement, impacts sur l'économie, la société, la culture, la santé

Interaction de l'unité avec l'environnement, impacts sur l'économie, la société, la culture, la santé Période du 01/01/2012 au 30/06/2017	Nombre
Rapports d'expertises techniques, produits des instances de normalisation	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : contrats de R&D avec des industriels	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : bourses Cifre	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : création de laboratoires communs avec une / des entreprise(s)	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : création de réseaux ou d'unités mixtes technologiques	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : création d'entreprises, de start-up	0
Brevets, licences et déclarations d'invention	0
Produits destinés au grand public : émissions radio, TV, presse écrite	4
Produits destinés au grand public : produits de vulgarisation : articles, interviews, éditions, vidéos, etc.	19
Produits destinés au grand public : produits de médiation scientifique	Oui
Produits destinés au grand public : débats science et société	4

### Points forts et possibilités liées au contexte

Cette équipe a de fortes interactions scientifiques nationales et internationales. Dans l'optique d'applications pour la société, elle est impliquée à la fois dans l'analyse des simulations du GIEC mais aussi dans l'amélioration des modèles atmosphériques, la collecte de données et l'organisation de campagnes d'observation pour l'étude du climat. L'équipe fournit des produits de vulgarisation au grand public.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

Cette équipe pourrait bénéficier de bourses Cifre en raison de l'impact sociétal et économique de ses activités.

### Appréciation sur les interactions avec l'environnement, les impacts sur l'économie, la société, la culture, la santé

Cette équipe a d'excellentes collaborations scientifiques et travaille sur des sujets à fort impact sociétal tant par l'analyse de simulations numériques, le développement de paramétrisations dans les modèles et de plateformes instrumentales.

## C – Implication dans la formation par la recherche

Implication dans formation par la recherche de l'unité Période du 01/01/2012 au 30/06/2017	Nombre
Nombre de personnes Habilitées à Diriger des Recherches (HDR) ou assimilées	19
Nombre de doctorants	32
Nombre de thèses soutenues	18
Durée moyenne des thèses	NR
Nombre moyen d'articles par étudiant	NR
Produits des activités didactiques : ouvrages	0
Produits des activités didactiques : e-learning, moocs, cours multimédia, etc.	4

### Points forts et possibilités liées au contexte

Cette équipe est fortement investie dans l'enseignement supérieur en grande école et à l'université : master OACOS UPMC, enseignement à Polytechnique et à l'ENS. Elle contribue également à l'école d'été Polytechnique-Cambridge. Ces enseignements bénéficient des avancées de la recherche effectuée dans l'équipe. On compte un doctorant par chercheur HDR dans le quadriennal et un post-doctorant pour 2 chercheurs, ce qui est un bon ratio.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

Aucune remarque particulière du comité d'experts.

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

L'enseignement dispensé par les enseignants-chercheurs et par les chercheurs est de très haut niveau. L'implication de l'équipe dans l'encadrement doctoral est satisfaisante.

## CRITÈRE 2 : ORGANISATION ET VIE DE L'ÉQUIPE

Organisation et vie de l'équipe Période du 01/01/2012 au 30/06/2017	Nombre
Ratio femmes/hommes dans l'équipe	6/27
Ratio femmes/hommes parmi les EC et C de l'équipe	5/19
Ratio femmes/hommes parmi les docteurs et doctorants de l'équipe	10/22
Ratio femmes/hommes aux postes de responsabilité de l'équipe (direction, sous-direction)	NR



## Points forts et possibilités liées au contexte

Cette équipe est structurée autour de 2 thèmes principaux : processus et observations avec des chercheurs impliqués dans les 2 activités, ce qui assure la synergie. Les réunions internes régulières contribuent à la dynamique de l'équipe. Elle peut s'appuyer également sur un ensemble assez important de doctorants et de post-doctorants. Elle a été renforcée par l'arrivée récente de nouveaux chercheurs permanents.

## Points à améliorer et risques liés au contexte

Le déménagement du laboratoire pendant les travaux à l'ENS a malheureusement entraîné une perte de temps et d'efficacité. La dispersion sur deux sites nuit à la cohésion de l'équipe et les tensions entre les deux Idex constituent un point négatif. Un risque de dispersion lié à la variété des thèmes abordés par l'équipe (4 sous-thèmes) est à surveiller.

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

Des actions sont réalisées pour favoriser les interactions (réunions, présentations scientifiques sur chaque site) mais la dispersion physique sur deux sites et scientifique de par la variété des thèmes abordés ne facilite pas l'organisation d'une vie d'équipe optimale.

## CRITÈRE 3 : PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES À CINQ ANS ET FAISABILITÉ DU PROJET

### Points forts et possibilités liées au contexte

Le programme à 5 ans est novateur, même s'il repose sur des résultats et compétences acquis antérieurement. Il propose des études de processus et de la recherche sur des aspects spécifiques de la dynamique atmosphérique (processus diabatiques au sein des dépressions extra-tropicales, cycle de vie des nuages tropicaux, interactions air-mer à méso échelle et sous méso échelle océanique liens entre processus synoptiques et méso échelle, rôle de la « *Tropical Tropopause Layer* » dans les échanges entre la troposphère et la stratosphère) basés sur une hiérarchie de modèles (LES, CRM, MCG) et dans plusieurs cas supportées par des campagnes d'observation et de l'analyse de mesures in situ ou satellite.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

La variété des points abordés risque d'entraîner de la dispersion. Le lien de la partie de l'équipe « interactions océan-atmosphère » avec les laboratoires d'océanographie physique, à Paris ou en province mériterait d'être précisé. Les interactions de l'équipe avec EMC3 sur les aspects « développement modèle » pour les questions de dynamique atmosphérique (réduction des biais et amélioration des paramétrisations) sont à renforcer.

### Appréciation sur les perspectives scientifiques à cinq ans et la faisabilité du projet

Le projet à 5 ans, riche et diversifié, repose sur une expertise double de l'équipe en études de processus et recueil/analyse de données. Les thématiques proposées sont novatrices et exploitent l'expertise de l'équipe.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

### A – Recommandations concernant les produits et activités de la recherche

L'équipe doit être félicitée pour le travail effectué en dynamique des fluides géophysiques et pour les perspectives sur les interactions océan-atmosphère et sur la convection. Il faut noter l'importance des collaborations nationales et internationales déjà en cours. Toutefois, des liens avec des PME peuvent être envisagés, même si l'équipe travaille sur des projets plutôt de type fondamental.

## **B – Recommandations concernant l’organisation et la vie de l’équipe**

Un soutien en personnel informatique et administratif permettrait une meilleure organisation de l’équipe dispersée sur deux sites.

## **C – Recommandations concernant les perspectives scientifiques à cinq ans et la faisabilité du projet**

Le potentiel d’enseignants-chercheurs doit être maintenu pour permettre le développement des axes de modélisation couplée et de convection tropicale.

**Équipe 3 :** **EMC3** : Étude et Modélisation du Climat et du Changement Climatique

Nom de la responsable : M<sup>me</sup> Sandrine BONY

## DOMAINE D'ACTIVITÉ DE L'ÉQUIPE

L'équipe développe le modèle de circulation générale LMDz et étudie les mécanismes physiques qui contrôlent la dynamique du climat et du changement climatique. Ce modèle est la composante atmosphérique du modèle Système Terre de l'IPSL (l'un des deux modèles de climat français avec celui du CNRM-Centre National de Recherche Météorologique). Il participe au projet international CMIP du WCRP.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Composition de l'équipe	Nombre au 30/06/2017	Nombre au 01/01/2019
<b>Personnels permanents en activité</b>		
Professeurs et assimilés	2	2
Maitres de conférences et assimilés	2	2
Directeurs de recherche et assimilés	5	5
Chargés de recherche et assimilés	4	5
Conservateurs, cadres scientifiques (EPIC, fondations, industries, etc.)	0	0
Professeurs du secondaire détachés dans le supérieur	0	0
ITA, BIATSS autres personnels cadres et non-cadres des EPIC	6	6
<b>TOTAL personnels permanents en activité</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
<b>Personnels non-titulaires, émérites et autres</b>		
Enseignants-chercheurs non titulaires, émérites et autres	1	
Chercheurs non titulaires (dont post-doctorants), émérites et autres	9	
Autres personnels non titulaires (appui à la recherche)	0	
Doctorants	9	
<b>TOTAL personnels non titulaires, émérites et autres</b>	<b>19</b>	
<b>TOTAL équipe</b>		
	<b>38</b>	

## CRITÈRE 1 : QUALITÉ DES PRODUITS ET ACTIVITÉS DE LA RECHERCHE

## A - Production de connaissances et activités concourant au rayonnement et à l'attractivité scientifique

<b>Production de connaissances et activités concourant au rayonnement et à l'attractivité de l'unité</b> <b>Période du 01/01/2012 au 30/06/2017</b>	<b>Nombre</b>
Journaux / revues : articles scientifiques	242
Journaux / revues : articles de synthèse / revues bibliographiques	8
Ouvrages : direction / édition scientifique	0
Ouvrages : chapitres d'ouvrage	11
Colloques / congrès, séminaires de recherche : éditions d'actes de colloques / congrès, articles publiés dans des actes de colloques / congrès	1
Colloques / congrès, séminaires de recherche : autres produits présentés dans des colloques / congrès et des séminaires de recherche	100
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats européens (ERC, H2020, etc.) et internationaux (NSF, JSPS, NIH, Banque mondiale, FAO, etc.)	5
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats nationaux (ANR, PHRC, FUI, INCA, etc.)	14
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats avec les collectivités territoriales	0
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats financés dans le cadre du PIA	3
Chercheurs invités, post-doctorants	18
Produits et outils informatiques : logiciels	2
Produits et outils informatiques : corpus	Non
Produits et outils informatiques : outils présentés dans le cadre de compétitions de solveurs	0
Produits et outils informatiques : outils d'aide à la décision	0
Activités éditoriales : participation à des comités éditoriaux (revues, collections)	6
Activités d'évaluation : responsabilités au sein d'instances d'évaluation	Oui
Activités d'évaluation : évaluation d'articles et d'ouvrages scientifiques	Oui
Activités d'évaluation : évaluation de laboratoires (type Hcéres)	Oui
Activités d'évaluation : évaluation de projets de recherche	Oui

Indices de reconnaissance : prix	3
Indices de reconnaissance : distinctions	5
Indices de reconnaissance : responsabilités dans des sociétés savantes	Oui
Indices de reconnaissance : invitations à des colloques / congrès à l'étranger, séjours dans des laboratoires étrangers	25

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe EMC3 a une excellente réputation internationale et une position de leader sur toute une gamme de questions liée à la compréhension et à la modélisation des processus climatiques : mécanismes de la convection profonde et peu profonde, rôle des nuages dans la sensibilité climatique et le phénomène d'agrégation de la convection tropicale, la réponse dynamique à l'augmentation des gaz à effets de serre. La production scientifique de l'équipe est remarquable avec un grand nombre de publications (23) dans des revues à très fort impact et un taux de publications de plus de trois publications par an et par chercheur/EC permanent. L'équipe est aussi le pilier du développement du modèle atmosphérique LMDz et contribue de façon majeure à son évolution en améliorant la représentation des processus clés (convection, couche limite, flux de surface, isotopes) et en participant, via le modèle de l'IPSL, à de très nombreux exercices d'intercomparaison (exercices CMIPs coordonnés par le WCRP). L'équipe a obtenu de nombreux contrats nationaux et internationaux dont une ERC « *Advanced grant* ».

### Points à améliorer et risques liés au contexte

Le point le plus critique semble être le manque d'ingénieurs et de chercheurs pour le développement des modèles LMDz et de son nouveau cœur dynamique DYNAMICO. Cette tension est exacerbée par le souhait louable de disposer d'un modèle d'atmosphère qui veut être à la fois un laboratoire numérique de pointe pour le développement de paramétrisations physiques innovantes et la composante atmosphérique d'un modèle de climat qui vise à avoir une climatologie satisfaisante et des biais raisonnables afin de pouvoir être utilisé avec confiance pour les projections climatiques et études d'impact.

### Appréciation sur la production, le rayonnement et l'attractivité

L'équipe fait preuve d'une remarquable production scientifique : 242 publications de rang A pour 14 chercheurs et E/C permanents, soit plus de 3 publications par permanent et par an, avec plusieurs articles dans les journaux à très fort impact. Elle bénéficie d'une reconnaissance internationale grâce à sa forte implication dans la coordination et l'exécution de projets internationaux.

## B - Interaction avec l'environnement, impacts sur l'économie, la société, la culture, la santé

Interaction de l'unité avec l'environnement, impacts sur l'économie, la société, la culture, la santé Période du 01/01/2012 au 30/06/2017	Nombre
Rapports d'expertises techniques, produits des instances de normalisation	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : contrats de R&D avec des industriels	1
Interactions avec les acteurs socio-économiques : bourses Cifre	1
Interactions avec les acteurs socio-économiques : création de laboratoires communs avec une / des entreprise(s)	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : création de réseaux ou d'unités mixtes technologiques	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : création d'entreprises, de start-up	1
Brevets, licences et déclarations d'invention	1
Produits destinés au grand public : émissions radio, TV, presse écrite	14
Produits destinés au grand public : produits de vulgarisation : articles, interviews, éditions, vidéos, etc.	27
Produits destinés au grand public : produits de médiation scientifique	Oui
Produits destinés au grand public : débats science et société	8

### Points forts et possibilités liées au contexte

Cette équipe a des activités de recherche dans le domaine du climat ayant à terme de forts impacts sociétaux (adaptation, mitigation, etc.). En particulier, il faut noter une forte implication dans les travaux du WCRP/PMRC (les grands challenges, le panel WGCM et la coordination des exercices CMIPs). Elle participe également aux travaux du GIEC et a coordonné un Atelier de réflexion prospective sur la géo-ingénierie de l'environnement couvrant les aspects de faisabilité scientifique et technique, mais aussi environnementaux, socio-économiques et éthiques. Dans le cadre de la COP21, le LMD a pris la tête d'un groupe interdisciplinaire rassemblant des climatologues, un agronome et des économistes du climat en lien étroit avec les équipes du MEDDE ce qui a donné lieu à une série d'analyses climato-économiques sur les INDC (*Intended Nationally Determined Contributions*). Elle est de plus impliquée dans des actions de médiation et vulgarisation sur les sujets liés au changement climatique ce qui assure une transmission d'information entre le monde de la recherche et le grand public favorisant une prise de conscience sociétale.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

Au niveau du bilan, il y a eu peu d'implications directes sur l'élaboration et le développement des services climatiques. La stratégie pour gérer la tension (personnels, financement) entre les activités amont (études de processus, développement de paramétrisations) et la montée en puissance des demandes (projections, échelles régionales, expertise multidisciplinaire) en aval sur les services climatiques mériterait d'être précisée.

Comme pour beaucoup d'équipes de recherche en climat, les retombées économiques directes des activités de l'équipe (e.g. des relations avec des PME) sont faibles. Sinon, il faut bien veiller à ce que les chercheurs ne s'épuisent pas à mener toutes ces activités de front.

### Appréciation sur les interactions avec l'environnement, les impacts sur l'économie, la société, la culture, la santé

De par ses actions concrètes (participation aux panels et groupes du WCRP et du GIEC, ateliers sur la géo-ingénierie, réflexions et analyses climato-économiques dans le cadre de la COP21, vulgarisation, etc.), l'impact sociétal de l'équipe est excellent.

### C – Implication dans la formation par la recherche

Implication dans formation par la recherche de l'unité Période du 01/01/2012 au 30/06/2017	Nombre
Nombre de personnes Habilitées à Diriger des Recherches (HDR) ou assimilées	8
Nombre de doctorants	25
Nombre de thèses soutenues	16
Durée moyenne des thèses	NR
Nombre moyen d'articles par étudiant	NR
Produits des activités didactiques : ouvrages	0
Produits des activités didactiques : e-learning, moocs, cours multimédia, etc.	2

#### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe mène des actions de formation au niveau universitaire, en particulier en pilotant l'UE de modélisation du M2 OACOS (Océan, Atmosphère, Climat et Observations Spatiales) et en organisant ou co-organisant, chaque année une école de modélisation, une formation pour les utilisateurs de LMDz, et des mini-projets de master et des formations d'enseignants. On compte presque trois doctorants par chercheur HDR (ce qui représente une charge d'encadrement importante) dans le quinquennat et environ un post-doctorant pour 1 chercheur, ce qui est un bon ratio.

#### Points à améliorer et risques liés au contexte

L'équipe EMC3, en collaboration avec les autres équipes du LMD et des laboratoires européens partenaires, a certainement le potentiel de proposer et coordonner un projet européen de formation, de type Marie Curie, sur les aspects modélisation climatique. Cela pourrait être un bon moyen de susciter des vocations et de former des jeunes chercheurs européens au développement de modèles.

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

L'équipe fait preuve d'une bonne implication de par ses actions de formation universitaire et de formation pour les utilisateurs de LMDz. Vu le nombre de chercheurs, le nombre de doctorants pourrait être renforcé.

## CRITÈRE 2 : ORGANISATION ET VIE DE L'ÉQUIPE

Organisation et vie de l'équipe Période du 01/01/2012 au 30/06/2017	Nombre
Ratio femmes/hommes dans l'équipe	12/7
Ratio femmes/hommes parmi les EC et C de l'équipe	8/4
Ratio femmes/hommes parmi les docteurs et doctorants de l'équipe	7/18
Ratio femmes/hommes aux postes de responsabilité de l'équipe (direction, sous-direction)	NR

### Points forts et possibilités liées au contexte

Cette équipe se structure autour de 4 thématiques scientifiques transverses et du développement et de la distribution du modèle de circulation générale LMDz. Deux types de réunions hebdomadaires sont organisées : les réunions climat et les réunions POIHL (POInt Hebdomadaire de l'équipe de développement de LMDz). De plus, des séminaires et des réunions de permanents sont régulièrement organisés. Sur la dernière période, 4 chercheurs ou ingénieurs ont quitté l'équipe mais 6 sont arrivés.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

Le risque majeur actuel semble être le manque de chercheurs impliqués dans le développement du modèle LMDz et le corollaire est que ce sont les ingénieurs qui se concentrent sur le développement du modèle au détriment du soutien aux projets de recherche. Il pourrait être intéressant de renforcer encore un peu plus les collaborations avec DPAO, en particulier sur les aspects d'interactions d'échelle, couplage dynamique/nuages/rayonnement et ondes tropicales/convection.

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

L'équipe présente une bonne organisation interne avec la mise en place de plusieurs moyens d'interaction (réunions, séminaires) mais semble souffrir d'un sous-dimensionnement en ressources humaines pour le développement de LMDz.

## CRITÈRE 3 : PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES À CINQ ANS ET FAISABILITÉ DU PROJET

### Points forts et possibilités liées au contexte

Le programme à 5 ans montre une richesse d'activités scientifiques allant de l'amélioration de paramétrisations physiques, passant par des études de processus (e.g. nuages, rôle des surfaces continentales, composantes dynamique et thermodynamique du changement climatique) jusqu'au couplage de LMDz au nouveau cœur dynamique DYNAMICO et exploite positivement l'expertise de l'équipe. Le support apporté par l'ERC EUREC4A représente un gain important renforçant la faisabilité du programme.

La volonté de faire évoluer l'enseignement universitaire en le rendant plus interactif et en le faisant reposer davantage sur l'expérimentation numérique est aussi particulièrement intéressant.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

Les pistes de recherche évoquées dans le projet scientifique à 5 ans sont dans la continuité des thématiques et points forts de l'équipe. L'exercice CMIP6 et le travail qui sera réalisé au sein d'EUREC4A devraient conduire à des résultats novateurs. La direction prise vers des techniques d'optimisation pour les paramètres des modèles comme dans l'ANR HighTune est intéressante. Peut-être serait-il utile de développer ou renforcer les interactions avec des équipes qui travaillent depuis longtemps sur ces sujets. En ce qui



concerne la crédibilité des projections climatiques, la stratégie est peu claire : beaucoup de thèmes sont proposés mais ils apparaissent plus comme une liste sans véritable axe commun ni réflexion approfondie. Le comité d'experts trouverait pertinent de poser la question de la crédibilité des projections climatiques en tenant compte des aspects suivants : 1. Définir une stratégie pour les actions de recherche à long terme (10 ans) versus celles à court terme (2-5 ans) ; 2. S'interroger sur la notion de crédibilité par rapport aux destinataires (typologie des utilisateurs) du message scientifique et aux usages qui découlent de la production des projections climatiques.

### Appréciation sur les perspectives scientifiques à cinq ans et la faisabilité du projet

L'équipe présente des perspectives scientifiques à 5 ans sur l'étude du climat de pointe au niveau national et international. Globalement, le projet est remarquable et tout à fait crédible aussi bien par l'expertise reconnue de l'équipe que par le renforcement apporté par l'ERC.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

### A – Recommandations concernant les produits et activités de la recherche

Le comité d'experts félicite l'équipe pour son niveau remarquable et sa forte implication dans la coordination et l'exécution de projets internationaux. Il l'encourage à maintenir l'équilibre entre les activités de développement du modèle LMDz et de son nouveau cœur dynamique DYNAMICO et les exercices d'intercomparaison CMIP.

### B – Recommandations concernant l'organisation et la vie de l'équipe

Il est nécessaire de pallier le sous-dimensionnement des développeurs de LMDz aggravé par le départ récent de plusieurs personnels.

### C – Recommandations concernant les perspectives scientifiques à cinq ans et la faisabilité du projet

Si la combinaison au sein de l'équipe d'actions de recherche et du développement du modèle LMDz est globalement très positive parce que ces activités s'enrichissent l'une l'autre, il convient de faire attention au risque de surcharge d'activités et s'appuyer sur les autres équipes pour étudier les interactions d'échelles, la dynamique atmosphérique aux moyennes et hautes latitudes et la convection tropicale.

**Équipe 4 :** **InTro** : Interfaces et Troposphère

Nom du responsable : M. Sylvain MAILLER

## DOMAINE D'ACTIVITÉ DE L'ÉQUIPE

L'équipe InTro axe ses recherches sur l'étude du climat régional et du cycle de l'eau, les processus de chimie transport et le lien entre climat et énergies renouvelables avec des échelles spatiotemporelles très diverses (de l'urbain à l'hémisphérique, de l'heure au pluri-décennal). Plus récemment, ces études incluent les compartiments géophysiques relatifs à l'océan et aux surfaces continentales (hydrologie et végétation), tout en restant focalisées sur la modélisation et l'étude des processus à l'échelle régionale.

L'équipe a coordonné le développement des modèles CHIMERE et ORCHIDEE pour la communauté scientifique et a porté les projets HYMEX et SIMED du chantier Méditerranée.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Composition de l'équipe	Nombre au 30/06/2017	Nombre au 01/01/2019
<b>Personnels permanents en activité</b>		
Professeurs et assimilés	1	1
Maitres de conférences et assimilés	2	3
Directeurs de recherche et assimilés	3	3
Chargés de recherche et assimilés	0	0
Conservateurs, cadres scientifiques (EPIC, fondations, industries, etc.)	1	1
Professeurs du secondaire détachés dans le supérieur	0	0
ITA, BIATSS autres personnels cadres et non-cadres des EPIC	1	2
<b>TOTAL personnels permanents en activité</b>	<b>8</b>	<b>10</b>
<b>Personnels non-titulaires, émérites et autres</b>		
Enseignants-chercheurs non titulaires, émérites et autres	0	
Chercheurs non titulaires (dont post-doctorants), émérites et autres	5	
Autres personnels non titulaires (appui à la recherche)	0	
Doctorants	6	
<b>TOTAL personnels non titulaires, émérites et autres</b>	<b>11</b>	
<b>TOTAL équipe</b>		
<b>TOTAL équipe</b>	<b>19</b>	

## CRITÈRE 1 : QUALITÉ DES PRODUITS ET ACTIVITÉS DE LA RECHERCHE

## A - Production de connaissances et activités concourant au rayonnement et à l'attractivité scientifique

<b>Production de connaissances et activités concourant au rayonnement et à l'attractivité de l'unité</b> <b>Période du 01/01/2012 au 30/06/2017</b>	<b>Nombre</b>
Journaux / revues : articles scientifiques	159
Journaux / revues : articles de synthèse / revues bibliographiques	1
Ouvrages : direction / édition scientifique	0
Ouvrages : chapitres d'ouvrage	8
Colloques / congrès, séminaires de recherche : éditions d'actes de colloques / congrès, articles publiés dans des actes de colloques / congrès	4
Colloques / congrès, séminaires de recherche : autres produits présentés dans des colloques / congrès et des séminaires de recherche	100
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats européens (ERC, H2020, etc.) et internationaux (NSF, JSPS, NIH, Banque mondiale, FAO, etc.)	9
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats nationaux (ANR, PHRC, FUI, INCA, etc.)	18
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats avec les collectivités territoriales	0
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats financés dans le cadre du PIA	1
Chercheurs invités, post-doctorants	22
Produits et outils informatiques : logiciels	6
Produits et outils informatiques : corpus	Non
Produits et outils informatiques : outils présentés dans le cadre de compétitions de solveurs	1
Produits et outils informatiques : outils d'aide à la décision	0
Activités éditoriales : participation à des comités éditoriaux (revues, collections)	1
Activités d'évaluation : responsabilités au sein d'instances d'évaluation	Oui
Activités d'évaluation : évaluation d'articles et d'ouvrages scientifiques	Oui
Activités d'évaluation : évaluation de laboratoires (type Hcéres)	Oui
Activités d'évaluation : évaluation de projets de recherche	Oui

Indices de reconnaissance : prix	1
Indices de reconnaissance : distinctions	0
Indices de reconnaissance : responsabilités dans des sociétés savantes	Non
Indices de reconnaissance : invitations à des colloques / congrès à l'étranger, séjours dans des laboratoires étrangers	9

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe est constituée de 10 permanents dont 7 chercheurs et 3 ITA soit un rapport ITA/chercheur de 0,43. L'équipe a un excellent taux de publication (159 articles) dans des journaux de très bonne qualité dont 2 articles dans *Nature Climate Change* et 7 « *Highly cited paper* » associés à des grands programmes (CMIP5, CORDEX, Hymex, Charmex) ou développement d'outils comme CHIMERE.

L'équipe se distingue par sa très grande expertise en modélisation. Elle développe des modèles numériques incontournables dans la communauté comme le modèle de chimie transport CHIMERE, le modèle d'émission des feux à très haute résolution APIFLAME et contribue largement au modèle atmosphérique DYNAMICO, au modèle de surface continentale ORCHIDEE et océanique NEMO (configuration méditerranéenne) et au développement du code WINDPOS. Ces outils lui permettent d'aborder des questions très diverses depuis le climat régional jusqu'aux impacts. On peut relever les travaux sur le cycle hydrologique et les sécheresses et leurs conséquences sur ce cycle en Méditerranée (relation entre température, circulation océanique et précipitations extrêmes, rétroactions canicules/sécheresse et végétation), le rôle des émissions par les feux sur la charge en particules fines en Méditerranée ou encore l'analyse des effets combinés entre changement climatique et des émissions primaires sur la pollution en particules fines et ozone de grandes métropoles. Par ailleurs, l'équipe mène une activité efficace et fructueuse autour de la ressource éolienne au travers de collaborations industrielles et de projets de transfert.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

Les moyens humains en support aux activités de modélisation sont fragiles (départ de l'IR en charge du développement de CHIMERE). Si l'activité de développement des outils numériques est pensée comme une activité de recherche à part entière, permettant d'avoir à disposition des outils versatiles, elle n'apparaît, de fait, pas toujours guidée par un questionnement scientifique fort.

### Appréciation sur la production, le rayonnement et l'attractivité

L'équipe développe des outils de modélisation inédits et partagés par la communauté (CHIMERE, APIFLAME, ORCHIDEE, WINDPOS) qui requièrent des ressources humaines importantes pour réaliser les développements et les couplages de ces outils avec LMDz.

## B - Interaction avec l'environnement, impacts sur l'économie, la société, la culture, la santé

Interaction de l'unité avec l'environnement, impacts sur l'économie, la société, la culture, la santé Période du 01/01/2012 au 30/06/2017	Nombre
Rapports d'expertises techniques, produits des instances de normalisation	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : contrats de R&D avec des industriels	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : bourses Cifre	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : création de laboratoires communs avec une / des entreprise(s)	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : création de réseaux ou d'unités mixtes technologiques	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : création d'entreprises, de start-up	0
Brevets, licences et déclarations d'invention	1
Produits destinés au grand public : émissions radio, TV, presse écrite	7
Produits destinés au grand public : produits de vulgarisation : articles, interviews, éditions, vidéos, etc.	1
Produits destinés au grand public : produits de médiation scientifique	Oui
Produits destinés au grand public : débats science et société	5

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe a une activité importante de diffusion notamment vers la société civile : produits de vulgarisation, débats, interventions dans les médias, formation autour de l'utilisation du modèle CHIMERE. Les travaux autour du potentiel éolien sont une activité à part entière de l'équipe (logiciel WINDPOS) avec, clairement, des débouchés industriels et commerciaux. Par ailleurs, CHIMERE dans une version à fine échelle permettra l'étude de l'exposition des populations à la pollution avec simulation (lien pollution-santé).

### Points à améliorer et risques liés au contexte

Les outils développés par l'équipe lui permettent de répondre aux attentes sociétales. Cette implication doit se poursuivre et ne pas être affectée par le sous-effectif.

### Appréciation sur les interactions avec l'environnement, les impacts sur l'économie, la société, la culture, la santé

Les outils développés par l'équipe et partagés par la communauté lui permettent de répondre aux demandes sociétales sur la pollution, les énergies renouvelables et la santé. Sur ces sujets, l'équipe dispose d'une expertise internationale qui doit continuer et ne pas être affectée par le sous-effectif en personnel technique.

## C – Implication dans la formation par la recherche

Implication dans formation par la recherche de l'unité Période du 01/01/2012 au 30/06/2017	Nombre
Nombre de personnes Habilitées à Diriger des Recherches (HDR) ou assimilées	4
Nombre de doctorants	20
Nombre de thèses soutenues	12
Durée moyenne des thèses	NR
Nombre moyen d'articles par étudiant	NR
Produits des activités didactiques : ouvrages	0
Produits des activités didactiques : e-learning, moocs, cours multimédia, etc.	1

### Points forts et possibilités liées au contexte

Onze thèses ont été encadrées et soutenues avec une valorisation en premier auteur pour 7 d'entre elles. Sur cette base le taux de publication moyen par doctorat est de 1,6, ce qui est très satisfaisant. L'équipe s'implique par ailleurs très fortement dans l'animation de formations en lien direct avec son domaine de recherche et les attentes sociétales : « *graduate degree STEEM* » (*Energy Environment: Science Technology and Management*) au niveau de l'X (École Polytechnique), MOOC « *Wind resources for rentable énergies* », responsabilité d'une formation continue certifiante sur la transition énergétique à l'X. La proximité géographique est en ce sens un véritable atout.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

L'équipe risque de rencontrer des difficultés pour maintenir le code CHIMERE sans un personnel technique dédié.

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

L'équipe s'implique très largement dans la formation par la recherche à tous les niveaux (thèse, formations scientifiques, formation vers les utilisateurs de CHIMERE).

## CRITÈRE 2 : ORGANISATION ET VIE DE L'ÉQUIPE

Organisation et vie de l'équipe Période du 01/01/2012 au 30/06/2017	Nombre
Ratio femmes/hommes dans l'équipe	2/7
Ratio femmes/hommes parmi les EC et C de l'équipe	1/6
Ratio femmes/hommes parmi les docteurs et doctorants de l'équipe	12/8
Ratio femmes/hommes aux postes de responsabilité de l'équipe (direction, sous-direction)	NR

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe est organisée en fonction des outils et de leur utilisation (modèles régionaux et chimie transport, observations). L'animation s'articule en séminaires scientifiques réguliers ouverts à tous ses membres et de réunions mensuelles restreintes aux permanents destinées à déterminer les priorités de l'équipe (réponse concertée à AO, expression de besoins). Sa domiciliation sur un seul site est très favorable à cette organisation.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

Une sous-équipe « observations » est présentée. Sans plus de détails et au vu des axes de recherche développés, l'intérêt de la tâche mériterait d'être explicitée. Le lien avec les activités transverses de modélisation n'est pas précisé.

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

L'équipe met en place une organisation lui permettant de favoriser, en interne, les interactions sans pour autant montrer le lien avec les activités transverses et les autres équipes.

## CRITÈRE 3 : PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES À CINQ ANS ET FAISABILITÉ DU PROJET

### Points forts et possibilités liées au contexte

Le projet à 5 ans de l'équipe InTro s'inscrit dans la continuité des activités du quinquennat qui vient de s'écouler en l'étendant à d'autres environnements et d'autres échelles : modélisation et compréhension des processus de chimie transport, cycle de l'eau et processus couplés influençant le climat régional, problématique des énergies renouvelables. On peut citer le programme CORDEX2 pour la région Méditerranée.

Le projet d'approfondissement des capacités de modélisation avec notamment le couplage entre les différentes composantes est tout à fait pertinent au regard des expertises en présence.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

Le soutien en personnel technique en modélisation est fragilisé avec le départ de l'IR dédié au développement de CHIMERE et le risque de perte de l'expertise de 2 IR contractuels pour la modélisation régionale. On peut s'interroger sur la stratégie à moyen terme pour pallier cette difficulté en particulier au vu de la prospective qui reste très ambitieuse notamment en termes d'amélioration et d'extension des modèles avec les couplages envisagés. Un recentrage vers LMDz est une option à considérer.

## Appréciation sur les perspectives scientifiques à cinq ans et la faisabilité du projet

La perspective de recherche est ambitieuse, dans la continuité, dans un contexte de soutien en ITAs fragilisé. L'approfondissement des capacités de modélisation ne doit pas être affecté par ce sous-effectif technique et un recentrage des capacités de modélisation vers LMDz devrait être envisagé.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

### A – Recommandations concernant les produits et activités de la recherche

L'équipe doit être félicitée pour son large spectre d'études du fondamental jusqu'aux applications et doit poursuivre dans cette voie en tenant compte du sous-effectif en personnel.

### B – Recommandations concernant l'organisation et la vie de l'équipe

Le lien avec les autres équipes de modélisation doit être renforcé pour pallier la fragilité du soutien en personnel technique.

### C – Recommandations concernant les perspectives scientifiques à cinq ans et la faisabilité du projet

Il faut éviter le risque de dispersion au gré des opportunités de programmes, qui ne sont souvent pas compatibles avec un soutien fragile en ITAs. Afin d'assurer la pérennisation des outils développés pour réaliser ses objectifs scientifiques, le comité d'experts recommande à l'équipe de privilégier ses réflexions sur les développements et les couplages de modèles en lien avec les activités autour de DYNAMICO/LMDz.



**Équipe 5 :** **Planéto :** Planétologie  
 Nom du responsable : M. Sébastien LEBONNOIS

## DOMAINE D'ACTIVITÉ DE L'ÉQUIPE

Le domaine principal d'activité de l'équipe Planéto est l'étude de la physique et de la dynamique des atmosphères du système solaire et des exoplanètes ainsi que l'étude de l'évolution de ces systèmes et des origines de la vie. Ces études passent par le développement de modèles et l'analyse de données acquises par diverses missions spatiales.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Composition de l'équipe	Nombre au 30/06/2017	Nombre au 01/01/2019
<b>Personnels permanents en activité</b>		
Professeurs et assimilés	0	0
Maitres de conférences et assimilés	1	1
Directeurs de recherche et assimilés	1	1
Chargés de recherche et assimilés	2	2
Conservateurs, cadres scientifiques (EPIC, fondations, industries, etc.)	0	0
Professeurs du secondaire détachés dans le supérieur	0	0
ITA, BIATSS autres personnels cadres et non-cadres des EPIC	1,5	1,5
<b>TOTAL personnels permanents en activité</b>	<b>5,5</b>	<b>5,5</b>
<b>Personnels non-titulaires, émérites et autres</b>		
Enseignants-chercheurs non titulaires, émérites et autres	1	
Chercheurs non titulaires (dont post-doctorants), émérites et autres	4	
Autres personnels non titulaires (appui à la recherche)	1	
Doctorants	5	
<b>TOTAL personnels non titulaires, émérites et autres</b>	<b>11</b>	
<b>TOTAL équipe</b>	<b>16,5</b>	

## CRITÈRE 1 : QUALITÉ DES PRODUITS ET ACTIVITÉS DE LA RECHERCHE

## A - Production de connaissances et activités concourant au rayonnement et à l'attractivité scientifique

<b>Production de connaissances et activités concourant au rayonnement et à l'attractivité de l'unité</b> <b>Période du 01/01/2012 au 30/06/2017</b>	<b>Nombre</b>
Journaux / revues : articles scientifiques	124
Journaux / revues : articles de synthèse / revues bibliographiques	0
Ouvrages : direction / édition scientifique	3
Ouvrages : chapitres d'ouvrage	14
Colloques / congrès, séminaires de recherche : éditions d'actes de colloques / congrès, articles publiés dans des actes de colloques / congrès	2
Colloques / congrès, séminaires de recherche : autres produits présentés dans des colloques / congrès et des séminaires de recherche	174
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats européens (ERC, H2020, etc.) et internationaux (NSF, JSPS, NIH, Banque mondiale, FAO, etc.)	8
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats nationaux (ANR, PHRC, FUI, INCA, etc.)	7
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats avec les collectivités territoriales	0
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats financés dans le cadre du PIA	1
Chercheurs invités, post-doctorants	14
Produits et outils informatiques : logiciels	3
Produits et outils informatiques : corpus	Non
Produits et outils informatiques : outils présentés dans le cadre de compétitions de solveurs	0
Produits et outils informatiques : outils d'aide à la décision	0
Activités éditoriales : participation à des comités éditoriaux (revues, collections)	1
Activités d'évaluation : responsabilités au sein d'instances d'évaluation	Oui
Activités d'évaluation : évaluation d'articles et d'ouvrages scientifiques	Oui
Activités d'évaluation : évaluation de laboratoires (type Hcéres)	Non
Activités d'évaluation : évaluation de projets de recherche	Oui

Indices de reconnaissance : prix	3
Indices de reconnaissance : distinctions	0
Indices de reconnaissance : responsabilités dans des sociétés savantes	Non
Indices de reconnaissance : invitations à des colloques / congrès à l'étranger, séjours dans des laboratoires étrangers	32

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe Planéto est reconnue internationalement pour plusieurs de ses réalisations. Le nombre de publications dans des journaux de rang A de très haut niveau (*Nature*, *Nature Geoscience*, *Icarus*) est particulièrement élevé au regard du petit effectif de l'équipe (3 chercheurs, 1 EC et 1,5 ingénieurs). Les résultats obtenus sur Pluton ou sur le paléoclimat de Mars par exemple, démontrent la pertinence de l'approche de l'équipe dans ses études de planétologie comparative. Parmi les réalisations notables on peut citer le développement du modèle global du « système Mars » et la « *Mars Climate Database* » qui font références et sont utilisées par de nombreuses équipes internationales. L'engouement pour les exoplanètes ouvre des perspectives nouvelles pour l'équipe Planéto qui dispose d'outils puissants pour aborder l'étude des climats de ces objets. La proximité avec d'autres équipes du LMD (EMC3 et DPAO notamment) crée un environnement scientifique favorable pour l'équipe Planéto. L'attractivité académique de l'équipe est très élevée (6 doctorants et 2 post-docs actuellement).

### Points à améliorer et risques liés au contexte

Les ressources humaines de l'équipe Planéto sont limitées au regard de l'ensemble des activités qui sont couvertes. Si toutes les missions spatiales annoncées se réalisent il y a un risque que l'équipe se disperse et perde en efficacité.

### Appréciation sur la production, le rayonnement et l'attractivité

L'équipe alliant modélisation numérique et analyse de données spatiales est à la pointe au plan international avec une production tout à fait remarquable. Le rayonnement de l'équipe sur le plan national aussi bien qu'international est excellent du fait, entre autres, de son implication dans de nombreuses missions spatiales pilotées par l'ESA et soutenues par le CNES. Plusieurs de ses réalisations sont devenues des outils de référence internationaux.

## B - Interaction avec l'environnement, impacts sur l'économie, la société, la culture, la santé

Interaction de l'unité avec l'environnement, impacts sur l'économie, la société, la culture, la santé Période du 01/01/2012 au 30/06/2017	Nombre
Rapports d'expertises techniques, produits des instances de normalisation	32
Interactions avec les acteurs socio-économiques : contrats de R&D avec des industriels	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : bourses Cifre	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : création de laboratoires communs avec une / des entreprise(s)	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : création de réseaux ou d'unités mixtes technologiques	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : création d'entreprises, de start-up	0
Brevets, licences et déclarations d'invention	0
Produits destinés au grand public : émissions radio, TV, presse écrite	269
Produits destinés au grand public : produits de vulgarisation : articles, interviews, éditions, vidéos, etc.	7
Produits destinés au grand public : produits de médiation scientifique	Non
Produits destinés au grand public : débats science et société	1

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe Planéto contribue de manière très significative à la diffusion des connaissances vers le grand public (émissions et documentaires TV, interview, articles de journaux grand public, etc.). Des membres de l'équipe sont très impliqués dans les instances d'évaluation mises en place au niveau régional (domaine d'intérêt majeur ACAV - Astrophysique et des Conditions d'Apparition de la Vie - et ACAV+). Les missions spatiales en cours permettent d'entretenir un partenariat régulier et soutenu avec le CNES.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

Il existe des risques inhérents au domaine spatial (échec d'une mission spatiale ou échec de quelques projets proposés). Certains logiciels développés par l'équipe comme, par exemple, eduplanet ou planetoplot gagneraient à être plus exploités et diffusés. L'interaction avec le grand public est considérable mais, apparemment, elle ne fait partie d'aucun projet plus structuré qui améliorerait la visibilité de ces efforts.

### Appréciation sur les interactions avec l'environnement, les impacts sur l'économie, la société, la culture, la santé

L'équipe a de très fortes interactions avec la société et en particulier le grand public. Elle contribue de manière remarquable à la diffusion des connaissances dans ses domaines d'activité en utilisant tous les media qui lui sont accessibles.

## C – Implication dans la formation par la recherche

Implication dans formation par la recherche de l'unité Période du 01/01/2012 au 30/06/2017	Nombre
Nombre de personnes Habilitées à Diriger des Recherches (HDR) ou assimilées	4
Nombre de doctorants	11
Nombre de thèses soutenues	6
Durée moyenne des thèses	NR
Nombre moyen d'articles par étudiant	NR
Produits des activités didactiques : ouvrages	0
Produits des activités didactiques : e-learning, moocs, cours multimédia, etc.	1

### Points forts et possibilités liées au contexte

6 thèses ont été soutenues dans l'équipe Planeto durant le dernier contrat. Une de ces thèses a reçu un prix important et les publications des doctorants sont de très haut niveau (*Nature Geoscience ; Nature*). On peut aussi mentionner le développement d'outils pédagogiques pour les étudiants de licences, simulateurs d'atmosphère planétaire versatiles, supports de mini-projet pour les étudiants.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

L'équipe Planeto est associée à une seule école doctorale ce qui ne permet pas de recruter des étudiants dans les domaines de l'astrophysique et/ou de l'environnement.

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

L'implication de l'équipe dans cet aspect est très importante. L'attractivité des recherches effectuées dans l'équipe est excellente pour les étudiants.

## CRITÈRE 2 : ORGANISATION ET VIE DE L'ÉQUIPE

Organisation et vie de l'équipe Période du 01/01/2012 au 30/06/2017	Nombre
Ratio femmes/hommes dans l'équipe	2/6
Ratio femmes/hommes parmi les EC et C de l'équipe	1/4
Ratio femmes/hommes parmi les docteurs et doctorants de l'équipe	4/7
Ratio femmes/hommes aux postes de responsabilité de l'équipe (direction, sous-direction)	NR

## Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe est dans un environnement scientifique favorable et bénéficie de la proximité avec l'équipe EMC3. Elle participe ainsi activement aux réunions hebdomadaires de cette équipe. La petite dimension de l'équipe permet d'organiser des réunions scientifiques et ou techniques régulières auxquelles participent également des collègues du LATMOS impliqués dans les missions spatiales.

## Points à améliorer et risques liés au contexte

Le document fourni par l'équipe ne fait pas mention de procédure de gestion des moyens financiers et humains.

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

L'intégration et la vie collective de l'équipe semblent fortes. La collaboration avec des autres équipes est un aspect positif et qui est encouragé.

## CRITÈRE 3 : PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES À CINQ ANS ET FAISABILITÉ DU PROJET

Le projet de l'équipe Planéto n'est pas en rupture avec les activités menées durant le contrat actuel. Les axes de recherche portent, d'une part, sur l'approfondissement des études menées sur les processus atmosphériques des planètes du système solaire (Mars, Vénus, Saturne,...) et, d'autre part, sur la poursuite du développement d'outils génériques et de bases de données communautaires.

Pour chacun de ces thèmes, l'équipe identifie clairement les avancées scientifiques auxquelles elle propose de contribuer : améliorer le modèle d'atmosphère de Mars en s'appuyant sur plusieurs missions spatiales à venir, effectuer des développements spécifiques pour Vénus et Titan qui sont caractérisées par le phénomène de super-rotation, étudier les processus atmosphériques de Saturne et Jupiter en poursuivant les adaptations du GCM. L'implantation du nouveau cœur icosaédrique DYNAMICO doit permettre à l'équipe de maintenir son excellence en modélisation des atmosphères planétaires.

La forte expertise de l'équipe Planéto la place au meilleur niveau international pour répondre à ces questions scientifiques. La construction du projet apparaît cohérente au regard des activités antérieures de l'équipe mais le projet est ambitieux et sa faisabilité dépendra de la capacité de l'équipe à recruter au minimum un nouveau chercheur.

## Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe Planéto possède l'expertise et les compétences nécessaires pour mener ce projet ambitieux. Le futur proche sera riche en missions spatiales et en données à analyser, notamment sur Mars et les exoplanètes. Les nombreuses missions martiennes vont fournir un lot important de données originales qui vont permettre à l'équipe de poursuivre ses analyses en utilisant les nombreux outils qu'elle a elle-même développés (GCM, LES, base de données,...). La proximité de l'équipe Planéto avec d'autres équipes du LMD travaillant sur la modélisation (EMC3) et la spectroscopie et le transfert radiatif (ABC(t)) est évidemment un point fort.

## Points à améliorer et risques liés au contexte

L'équipe développe de nombreux outils de modélisation ainsi que des bases de données de référence, qui ont vocation à être partagées et utilisées par une large communauté. Les faire labelliser serait un plus mais on peut aussi se poser la question de la pertinence de les faire gérer par un centre de données et de services, capable de gérer l'interface avec les utilisateurs et d'en augmenter la visibilité.

Le futur proche sera riche en missions spatiales et en données à analyser, notamment sur les exoplanètes qui font partie du nouveau projet de l'équipe. La tentation peut être forte de se disperser. Par ailleurs, si l'équipe ne réussit pas à recruter un chercheur supplémentaire, il paraît difficile de mener le projet dans sa totalité. Il serait judicieux de fixer des priorités sur les différentes actions proposées, éventuellement adossées à un calendrier de mise en œuvre du projet.

## Appréciation sur les perspectives scientifiques à cinq ans et la faisabilité du projet

Le projet est ambitieux et novateur. Il poursuit des aspects importants comme *Mars Climate Database* et développe aussi de nouveaux objectifs, pour de nouvelles planètes et avec de la dynamique de méso-échelle. La petite taille de l'équipe peut limiter l'atteinte de quelques objectifs.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

### A – Recommandations concernant les produits et activités de la recherche

Le comité d'experts félicite l'équipe pour son excellence scientifique et l'encourage à maintenir sa dynamique en modélisation des atmosphères et son implication dans le spatial.

### B – Recommandations concernant l'organisation et la vie de l'équipe

L'équipe développe des outils de vulgarisation et de support à la formation très intéressants et peut en augmenter la visibilité et la diffusion.

### C – Recommandations concernant les perspectives scientifiques à cinq ans et la faisabilité du projet

L'équipe doit maintenir son expertise en modélisation des atmosphères planétaires en restant prudente avant de répondre à de nouveaux projets spatiaux et sollicitations extérieures notamment pour l'enseignement.

**Équipe 6 :** SIRTA : Site Instrumental de Recherche par Télédétection  
Atmosphérique

Nom du responsable : M. Martial HAEFFELIN

## DOMAINE D'ACTIVITÉ DE L'ÉQUIPE

L'équipe SIRTA-LMD est associée au site multi-instrumenté national dédié à l'observation de l'atmosphère. Le SIRTA regroupe et coordonne les instruments et compétences de 10 unités de recherche. Ses activités s'articulent autour de 5 axes : comprendre et quantifier les effets des processus locaux sur les anomalies climatiques rencontrées en région parisienne, quantifier l'impact des nuages de glace de haute troposphère formés par le trafic aérien, comprendre les processus pilotant brouillard et nuages bas, caractériser les sources des aérosols en région parisienne et leur évolution, quantifier et caractériser les rendements de production photovoltaïque (PV) et éolienne en conditions réelles.

## EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE

Composition de l'équipe	Nombre au 30/06/2017	Nombre au 01/01/2019
<b>Personnels permanents en activité</b>		
Professeurs et assimilés	0	0
Maitres de conférences et assimilés	1	1
Directeurs de recherche et assimilés	0	0
Chargés de recherche et assimilés	0	0
Conservateurs, cadres scientifiques (EPIC, fondations, industries, etc.)	0	0
Professeurs du secondaire détachés dans le supérieur	0	0
ITA, BIATSS autres personnels cadres et non-cadres des EPIC	8,5	8,5
<b>TOTAL personnels permanents en activité</b>	<b>9,5</b>	<b>9,5</b>
<b>Personnels non-titulaires, émérites et autres</b>		
Enseignants-chercheurs non titulaires, émérites et autres	0	
Chercheurs non titulaires (dont post-doctorants), émérites et autres	3	
Autres personnels non titulaires (appui à la recherche)	0	
Doctorants	3	
<b>TOTAL personnels non titulaires, émérites et autres</b>	<b>6</b>	
<b>TOTAL équipe</b>	<b>15,5</b>	



## CRITÈRE 1 : QUALITÉ DES PRODUITS ET ACTIVITÉS DE LA RECHERCHE

## A - Production de connaissances et activités concourant au rayonnement et à l'attractivité scientifique

<b>Production de connaissances et activités concourant au rayonnement et à l'attractivité de l'unité</b> <b>Période du 01/01/2012 au 30/06/2017</b>	<b>Nombre</b>
Journaux / revues : articles scientifiques	24
Journaux / revues : articles de synthèse / revues bibliographiques	2
Ouvrages : direction / édition scientifique	0
Ouvrages : chapitres d'ouvrage	0
Colloques / congrès, séminaires de recherche : éditions d'actes de colloques / congrès, articles publiés dans des actes de colloques / congrès	13
Colloques / congrès, séminaires de recherche : autres produits présentés dans des colloques / congrès et des séminaires de recherche	80
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats européens (ERC, H2020, etc.) et internationaux (NSF, JSPS, NIH, Banque mondiale, FAO, etc.)	3
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats nationaux (ANR, PHRC, FUI, INCA, etc.)	1
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats avec les collectivités territoriales	2
Contrats de recherche financés par des institutions publiques ou caritatives : contrats financés dans le cadre du PIA	1
Chercheurs invités, post-doctorants	17
Produits et outils informatiques : logiciels	4
Produits et outils informatiques : corpus	Non
Produits et outils informatiques : outils présentés dans le cadre de compétitions de solveurs	0
Produits et outils informatiques : outils d'aide à la décision	1
Activités éditoriales : participation à des comités éditoriaux (revues, collections)	0
Activités d'évaluation : responsabilités au sein d'instances d'évaluation	Non
Activités d'évaluation : évaluation d'articles et d'ouvrages scientifiques	Oui
Activités d'évaluation : évaluation de laboratoires (type Hcéres)	Oui
Activités d'évaluation : évaluation de projets de recherche	Non

Indices de reconnaissance : prix	0
Indices de reconnaissance : distinctions	0
Indices de reconnaissance : responsabilités dans des sociétés savantes	Non
Indices de reconnaissance : invitations à des colloques / congrès à l'étranger, séjours dans des laboratoires étrangers	6

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe SIRTALMD est composée de 9,5 permanents (8,5 ingénieurs et 1 physicien-adjoint). Le SIRTALMD est un outil de référence aux niveaux européen et international. L'équipe a publié 24 publications depuis 2012 et a contribué à un « *Highly cited paper* ». On peut souligner les développements originaux comme PARAFOG, outil d'aide à la décision en situation proche de brouillard, installé sur l'aéroport Charles De Gaulle, et la forte implication de l'équipe dans le développement novateur du lidar multi-longueur d'onde IPRAL, situé au meilleur niveau international. L'équipe a coordonné pour l'IPSL les deux projets européens de réseau d'infrastructure ACTRIS et ACTRIS-2 initiateurs du projet ACTRIS-RI stratégique pour une large communauté scientifique.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

Une grande partie des activités du SIRTALMD est orientée vers l'appui à la communauté autour de 5 grands thèmes. Le rapport ne permet pas d'apprécier en quoi les mesures réalisées nourrissent l'ensemble de ces thèmes et les travaux d'autres équipes (par exemple, liste des publications utilisant les données du SIRTALMD hors LMD). La contribution du SIRTALMD aux questions de pollution mériterait d'être plus explicitée (OCAPI). Par ailleurs, les interactions avec les membres des autres équipes du LMD n'apparaissent pas explicitement. Finalement, l'exploitation scientifique des données, fort nombreuses, pourrait sans doute être renforcée par des apports extérieurs à l'équipe.

### Appréciation sur la production, le rayonnement et l'attractivité

La production (articles, logiciels, développement instrumental) est de très bon niveau. Le rayonnement et l'attractivité de l'équipe sur le plan national et européen sont très bons du fait, entre autres, de son implication dans de nombreux projets en réseau. Le SIRTALMD est l'un des rares sites en Europe offrant une gamme d'instrumentation permettant d'étudier les processus physico-chimiques atmosphériques (notamment en couche limite) et de valider les observations spatiales. Son intégration au niveau européen monte en puissance avec ACTRIS-2.

## B - Interaction avec l'environnement, impacts sur l'économie, la société, la culture, la santé

Interaction de l'unité avec l'environnement, impacts sur l'économie, la société, la culture, la santé Période du 01/01/2012 au 30/06/2017	Nombre
Rapports d'expertises techniques, produits des instances de normalisation	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : contrats de R&D avec des industriels	5
Interactions avec les acteurs socio-économiques : bourses Cifre	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : création de laboratoires communs avec une / des entreprise(s)	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : création de réseaux ou d'unités mixtes technologiques	0
Interactions avec les acteurs socio-économiques : création d'entreprises, de start-up	0
Brevets, licences et déclarations d'invention	1
Produits destinés au grand public : émissions radio, TV, presse écrite	4
Produits destinés au grand public : produits de vulgarisation : articles, interviews, éditions, vidéos, etc.	2
Produits destinés au grand public : produits de médiation scientifique	Oui
Produits destinés au grand public : débats science et société	0

### Points forts et possibilités liées au contexte

On peut noter un grand nombre de réalisations : logiciels de traitement/prétraitement des données (STRAT, STRAT+, RAW2L1), un outil d'aide à la décision PARFOG pour revoir les épisodes de brouillard radiatif au SIRTIA et sur l'aéroport CDG, un brevet PVSCOPE pour la prévision de la ressource solaire. Les interactions de l'équipe avec les acteurs socio-économiques sont grâce à cela très développées et plusieurs contrats R&D ont permis de financer des post-docs, thèses et stages de master. Le SIRTIA remplit un rôle important relatif à l'enseignement et la diffusion des savoirs.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

L'équipe mentionne des études sur les aérosols et des épisodes de pollution intensives. Les interactions avec les acteurs de la santé ne semblent pourtant pas développées et mériteraient sans doute davantage d'attention. Du fait de son expertise en instrumentation, les partenariats industriels pourraient être renforcés.

### Appréciation sur les interactions avec l'environnement, les impacts sur l'économie, la société, la culture, la santé

L'équipe a de très bonnes interactions avec l'environnement socio-économique dans le cadre de la valorisation de certains résultats (aide à la décision pour le brouillard, énergie solaire). Du fait de son expertise en instrumentation, les partenariats industriels pourraient être davantage développés.

## C – Implication dans la formation par la recherche

Implication dans formation par la recherche de l'unité Période du 01/01/2012 au 30/06/2017	Nombre
Nombre de personnes Habilitées à Diriger des Recherches (HDR) ou assimilées	1
Nombre de doctorants	3
Nombre de thèses soutenues	0
Durée moyenne des thèses	NR
Nombre moyen d'articles par étudiant	NR
Produits des activités didactiques : ouvrages	0
Produits des activités didactiques : e-learning, moocs, cours multimédia, etc.	1

### Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe ne possède pas de chercheur ou d'EC et n'a donc, a priori, pas vocation à diriger des thèses. Une thèse a néanmoins été encadrée par le responsable de l'équipe durant la période et des liens renforcés avec les autres équipes permettraient d'initier des projets de thèse autour du dispositif SIRTA. En tant que site d'accueil pour des expériences de terrain, le SIRTA est souvent sollicité pour accueillir des étudiants. C'est un lieu privilégié pour initier ou renforcer l'expertise des étudiants sur l'observation et l'instrumentation.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

Les liens avec les autres équipes du LMD peuvent être renforcés. Le site du SIRTA et l'équipe sont souvent sollicités pour participer à des activités de formation qui risque cependant de monopoliser les personnels techniques.

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

Le SIRTA est un site d'accueil des étudiants pour des expériences de terrain, ce qui n'est pas toujours compatible avec les lourdes charges techniques de l'équipe.

## CRITÈRE 2 : ORGANISATION ET VIE DE L'ÉQUIPE

Organisation et vie de l'équipe Période du 01/01/2012 au 30/06/2017	Nombre
Ratio femmes/hommes dans l'équipe	2/7
Ratio femmes/hommes parmi les EC et C de l'équipe	0/2
Ratio femmes/hommes parmi les docteurs et doctorants de l'équipe	0/3
Ratio femmes/hommes aux postes de responsabilité de l'équipe (direction, sous-direction)	NR

## Points forts et possibilités liées au contexte

Le SIRTA est un site instrumenté relevant de l'IPSL et labellisé par l'INSU. À ce titre, la direction a mis en place un Comité Scientifique (CS) qui se réunit deux fois par an pour orienter les axes de recherche et un comité directeur qui se réunit une fois par an pour statuer sur le programme des travaux et identifier les besoins. Les activités scientifiques et techniques du SIRTA s'articulent autour de 6 groupes de travail pilotés chacun par un coordinateur. Les orientations à donner à chaque groupe sont discutées en CS.

## Points à améliorer et risques liés au contexte

Un bilan des groupes de travail aurait été le bienvenu pour permettre d'apprécier l'efficacité de l'organisation. Un déséquilibre entre les différentes activités aurait mérité d'être discuté au regard des forces en présence (instruments et personnels).

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

L'articulation du SIRTA en 6 groupes de travail et l'organigramme de l'équipe sont à mieux justifier au regard du sous-dimensionnement de l'équipe scientifique.

## CRITÈRE 3 : PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES À CINQ ANS ET FAISABILITÉ DU PROJET

Le projet de l'équipe SIRTA-LMD se décline en trois axes : améliorer la compréhension des processus physiques et chimiques du cycle de vie des brouillards et des nuages convectifs, quantifier avec une meilleure précision les incertitudes de prévision des brouillards et nuages bas continentaux, mieux comprendre les impacts des brouillards et nuages bas sur les activités humaines et sur la production électrique photovoltaïque. Ces thèmes de recherche seront abordés dans la continuité des travaux qui ont été menés durant le dernier contrat. Les expertises scientifiques et techniques des membres de l'équipe associées aux expertises des chercheurs des équipes du LMD et d'autres laboratoires doivent permettre d'avancer sur les différents aspects.

## Points forts et possibilités liées au contexte

Les axes de travail proposés par l'équipe vont bénéficier de la complémentarité des nombreuses observations au sol et des outils de modélisation disponibles au LMD. La proximité géographique et/ou scientifique entre les membres du groupe et les scientifiques des autres équipes est un véritable atout. Concernant l'axe de recherche portant sur l'énergie solaire et le photovoltaïque, le projet de bâtiment SIRTA-2018 paraît être un lieu adapté pour favoriser les rencontres interdisciplinaires nécessaires à la mise en œuvre du projet de l'équipe.

## Points à améliorer et risques liés au contexte

Il est difficile d'évaluer la solidité du projet car il repose en grande partie sur des forces en recherche qui sont extérieures à l'équipe. Il sera important de les identifier et de les consolider rapidement. Le projet TREND-X mentionné dans le projet à 5 ans de l'unité aurait gagné à être mentionné dans le projet de l'équipe SIRTA-LMD.

### Appréciation sur les perspectives scientifiques à cinq ans et la faisabilité du projet

Le projet repose sur la force du site qui bénéficie d'une synergie instrumentale unique, dédiée à l'observation de la basse atmosphère. Ces observations ont un fort potentiel tant au plan recherche que valorisation, illustré dans le futur projet TREND-X. Ce potentiel risque néanmoins d'être limité par les moyens humains à mobiliser en interne mais aussi en externe au SIRTA.

## RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

### **A – Recommandations concernant les produits et activités de la recherche**

Le comité d'experts apprécie les activités de l'équipe combinant observations au sol et modélisation du brouillard et du PV pour aide à la décision.

### **B – Recommandations concernant l'organisation et la vie de l'équipe**

L'équipe scientifique est sous-dimensionnée pour pleinement exploiter les observations. Elle doit se rapprocher d'autres équipes au sein du laboratoire et à l'extérieur.

### **C – Recommandations concernant les perspectives scientifiques à cinq ans et la faisabilité du projet**

Le projet d'ensemble de l'équipe est ambitieux. Il faudra être vigilant au fait que l'équipe doit faire face à des sollicitations extérieures de plus en plus nombreuses (enseignement, diffusion grand public, etc.).

## DÉROULEMENT DE LA VISITE

### DATES DE LA VISITE

**Début :** 6 décembre 2017 à 09 h 00

**Fin :** 7 décembre 2017 à 17 h 00

### LIEU DE LA VISITE

**Institution :** Laboratoire de Météorologie Dynamique - École Polytechnique

**Adresse :** Route de Saclay, 91128 Palaiseau cedex

### Deuxième site éventuel

**Institution :** LMD/ École Normale Supérieure

**Adresse :** 45 Rue d'Ulm, 75005 Paris

### Locaux spécifiques visités

Bureau d'étude mécanique, atelier intégration équipements sous ballons, développement lidar, instrumentation SIRTA.

### DÉROULEMENT OU PROGRAMME DE VISITE

6 décembre 2017 : LMD - École Polytechnique

Session plénière ouverte aux membres du LMD et observateurs (tutelles, etc.) :

09 : 00 – 09 : 15 : Introduction (M. Fily, conseiller scientifique Hcéres)

09 : 15 – 10 : 15 : Présentation bilan/prospective du LMD (P. DROBINSKI, R. PLOUGOVEN, F. D'ANDREA, F. FORGET)

10 : 15 – 10 : 30 : Pause-café

10 : 30 – 11 : 00 : Présentation bilan/prospective de l'équipe ABC(t) (C. CREVOISIER)

11 : 00 – 11 : 30 : Présentation bilan/prospective de l'équipe DPAO (G. LAPEYRE)

Visite des infrastructures instrumentales

11 : 30 – 11 : 45 : Bureau d'étude (O. BOUSQUET)

11 : 45 – 12 : 00 : Intégration ballons (F. DANIS, A. HERTZOG)

12 : 00 – 13 : 30 : Déjeuner

13 : 30 – 14 : 00 : Présentation bilan/prospective de l'équipe EMC3 (S. BONY)

14 : 00 – 14 : 30 : Présentation bilan/prospective de l'équipe InTro (S. MAILLER)

14 : 30 – 15 : 00 : Présentation bilan/prospective de l'équipe Planéto (S. LEBONNOIS)

15 : 00 – 15 : 30 : Présentation bilan/prospective de l'équipe SIRTA (M. HAEFFELIN)

Visite des infrastructures instrumentales

15 : 45 – 16 : 00 : Manip' lidar (D. EDOUART, F. GIBERT)

16 : 00 – 16 : 15 : Instrumentation SIRTA du bâtiment 83) (C. PIETRAS, F. LAPOUGE)

Sessions huis clos :

16 : 30 – 17 : 30 : Huis clos avec les personnels d'appui à la recherche, administratifs et techniques

17 : 30 – 18 : 00 : Huis clos du comité d'experts pour premier débriefing

7 décembre 2017 : LMD - École Normale Supérieure

Sessions huis clos :

09 : 00 – 10 : 00 : Huis clos avec les enseignants-chercheurs et les chercheurs

10 : 00 – 11 : 00 : Huis clos avec les tutelles (CNRS, UPMC, ENS, EP) et partenaires (ENPC, CNES)

11 : 00 – 12 : 00 : Huis clos avec les doctorants et les post-doctorants

- 12 : 00 – 13 : 00 : Huis clos avec le directeur du LMD assisté de l'équipe de direction
- 13 : 00 – 17 : 00 : Huis clos du comité d'experts
- 17 : 00 : Clôture de la visite du comité d'experts



## OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

On trouvera ci-dessous, soit les observations des tutelles, soit l'indication suivante :

« En dépit des sollicitations du Hcéres, aucune observation ne lui est parvenue. ».

**ou :**

« Le directeur de l'unité n'a pas souhaité formuler d'observations sur ce rapport d'évaluation ».

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

Évaluation des coordinations territoriales

Évaluation des établissements

Évaluation de la recherche

Évaluation des écoles doctorales

Évaluation des formations

Évaluation à l'étranger



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

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

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

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

