

Programme national LEFE "Les Enveloppes Fluides et l'Environnement"

Appel d'offres 2020

Les personnes désirant soumettre un projet sont invitées à lire très attentivement le texte de cet appel d'offres 2020 qui précise des aspects importants, notamment:

- Les demandes de financement doivent impérativement respecter les plafonds budgétaires.
- Le programme ne soutient pas les demandes d'aide dédiées à de l'animation, à de la valorisation ou à des réunions de coordination.
- Une procédure spécifique est mise en place pour les projets qui ne demandent au LEFE-GMMC qu'une mise à disposition de flotteurs sans demande financière associée (cf. texte AO LEFE-GMMC).
- Cet appel d'offres ne concerne pas les lettres d'intention pour l'AO LEFE 2021.
- Les chercheurs non permanents peuvent soumettre un projet sous conditions (cf. critères de recevabilité des projets). Cette possibilité ne concerne pas les projets à l'interface LEFE-EC2CO.

Présentation de l'AO LEFE 2020

La communauté scientifique française travaillant dans les domaines de l'océan, de l'atmosphère et de leurs interfaces a identifié des priorités fortes lors de ses dernières prospectives en 2017¹, en s'appuyant tout à la fois sur les orientations des grands programmes de recherche internationaux (WCRP, WWRP, Future Earth, SCOR, GODAE-OceanView, Copernicus, etc.), sur les agendas stratégiques de recherche élaborés par les JPI européennes (JPI Climat² et JPI Oceans³ en particulier) et sur les points forts des laboratoires nationaux. Une attention particulière a été portée aux processus physiques, physico-chimiques et biogéochimiques qui contrôlent la dynamique et la variabilité de ces milieux sur une large échelle de temps et d'espace. L'avancement des connaissances dans ce domaine repose en grande partie sur des approches mêlant l'acquisition et le traitement d'observations appropriées, en climats actuel et ancien, au développement et à l'amélioration de modèles numériques des milieux concernés et de leurs interfaces. Cela permettra notamment de mieux simuler tout ou partie du système Terre, pour mieux en comprendre l'évolution passée, pour en suivre et prévoir l'évolution future, aussi bien dans un contexte

¹ <http://www.insu.cnrs.fr/node/7591>

² <http://www.jpi-climate.eu>

³ <http://www.jpi-oceans.eu>

opérationnel que pour établir des projections climatiques solides.

Le programme national et inter-organismes⁴ LEFE a pour vocation de soutenir des recherches visant à répondre aux priorités définies lors des prospectives océan-atmosphère. Il souhaite favoriser l'**émergence d'idées** nouvelles tant aux **frontières de la connaissance** dans un domaine spécifique que sur les **frontières entre disciplines ou entre milieux**.

Les ruptures technologiques ou méthodologiques seront aussi considérées avec intérêt ainsi que les projets innovants associant observations et instrumentation de pointe développée dans les laboratoires.

Le cadre de l'appel d'offres recouvre ainsi des questions importantes de recherche fondamentale et de développement mais s'adresse également à l'émergence de nouvelles approches d'observation et de prévision pour la production de résultats dont la finalité sera utile aux acteurs/décideurs.

Une part significative du budget LEFE sur l'AO 2020 sera dédiée à :

- Des **projets incitatifs** potentiellement "à risque" mais auxquels est associé un "fort potentiel" de créativité.
- Des **projets portés par de jeunes chercheurs** en particulier lorsqu'ils seront de nature à construire dans la durée des synergies entre différents laboratoires (les chercheurs non permanents pourront soumettre sous certaines conditions, cf. critères de recevabilité, dans la mesure où ils ne bénéficient pas déjà d'un contrat environné dans le cadre par exemple d'une ERC ou d'une ANR).
- Un projet d'envergure préalablement annoncé par une lettre d'intention déposée en avril 2019.

Le programme s'organise autour de 5 actions scientifiques en lien avec les grands programmes internationaux et européens:

- Chimie atmosphérique/**CHAT** (*Future Earth, WCRP-SPARC, etc.*).
- Interactions Multiples dans l'Atmosphère, la Glace et l'Océan/**IMAGO** (*WWRP et ses projets HIW, PPP, ou S2S; WCRP et ses projets GEWEX, CLIC et autres projets reliés PAGES, AIMES, GCP, etc.*).
- Cycles biogéochimiques, environnement et ressources/**CYBER** (*Future Earth, Future Earth Coasts, IMBER, SOLAS, GEOTRACES, etc.*).
- Méthodes mathématiques et numériques/**MANU**.
- Océanographie opérationnelle/**GMMC** (*GODAE OceanView, ARGO, OSTST*).

Un projet peut concerner plusieurs actions. **Dans ce cas, le porteur du projet devra clairement identifier les volets scientifiques et financiers relevant de chacune des actions auxquelles le projet est soumis.** Il est également nécessaire de préciser si un financement restreint à un seul des volets du projet soumis a du sens.

Les projets peuvent aussi concerner d'autres programmes du CNRS-INSU. Dans ce cas, les porteurs de projet devront clairement l'exprimer dans leur dossier scientifique et l'indiquer lors de la soumission.

Une procédure spécifique est mise en place pour **les projets qui seraient communs à EC2CO et LEFE.** Ces projets transversaux pourront notamment porter sur les continuums terre-mer ou terre-atmosphère, reposer sur des études de processus s'appliquant aux deux domaines SIC et OA, ou

⁴ Le programme LEFE, géré et coordonné par le CNRS-INSU, est mis en œuvre par l'ADEME, le CEA, le CNES, le CNRS (INSU, INSMI, INC, INP), la Fondation Air Liquide, l'IFREMER, l'INRIA, l'IRD, le MTES, Météo-France, et Mercator-Océan.

encore comporter des approches et développements méthodologiques communs aux deux programmes permettant d'aborder une même question scientifique. Chaque programme appliquera ses propres règles de financement et d'évaluation. Les projets LEFE-EC2CO sont d'une durée maximum de deux ans. Ils seront évalués par les commissions scientifiques des actions principales de chaque programme, puis interclassés par un comité LEFE-EC2CO. Les projets communs LEFE-EC2CO seront d'un montant maximum de 30 k€/an. Les demandes de soutien pour l'organisation de réunions ou de colloques ne sont pas éligibles à l'interface LEFE-EC2CO. Les chercheurs non permanents ne peuvent pas soumettre un projet à l'interface LEFE-EC2CO.

Lien avec le chantier MISTRALS:

Les études sur ou en lien avec la Méditerranée en 2020 (dernière année du programme MISTRALS) seront recevables sous réserve que leur contenu scientifique sorte du périmètre de ce chantier. **Les porteurs de projet devront expliquer leur choix de soumission au programme LEFE en préambule de leur dossier scientifique.**

Lien avec le chantier Arctique:

En l'absence d'AO en cours, les études en lien avec l'Arctique seront recevables.

De manière générale, l'AO LEFE 2020 ne prendra pas en compte les projets soumis relevant explicitement d'un autre AO ouvert et géré par le CNRS-INSU.

Les ressources financées et labellisées par l'AO LEFE 2020

Le programme favorisera le financement de projets qui permettent de tester des questions de recherche originales, ou d'avancer sur des verrous scientifiques tels que ceux soulevés dans la prospective. Les demandes d'aide dédiées à de l'animation, de la valorisation ou de la coordination ne seront pas considérées. Cette inéligibilité concerne notamment le soutien pour des colloques, pour des réunions de coordination ou pour la publication d'ouvrages spéciaux.

Le programme national inter-organismes LEFE assure une triple fonction dans le cadre de cet AO : i) évaluer des projets scientifiques complets basés sur des budgets consolidés, ii) attribuer des ressources spécifiques, iii) décerner des labels sur les demandes de thèses, de postdocs ou autres demandes pour lesquelles les porteurs jugeraient utile d'avoir un label pris en compte par d'autres opérateurs ou agences.

- Le programme LEFE peut **soutenir directement les ressources suivantes** :
 - le fonctionnement général du projet: consommables, petits équipements (<15k€), missions, et publications.
 - l'instrumentation indispensable pour le projet: **le programme LEFE ne finance pas d'équipement qui ne serait pas adossé à un projet scientifique spécifique pour lequel cette instrumentation est cruciale.** Le/les devis et les spécificités techniques devront être fournis en annexe du dossier scientifique.
 - les analyses (*in situ*, au laboratoire ou dans des services nationaux d'analyses): la justification du coût unitaire de l'analyse et du nombre d'analyses devra être donnée et l'annexe proposée dans le dossier scientifique devra être remplie (coût unitaire et nombre d'analyses prévues).

- la valorisation scientifique de missions spatiales⁵ et de campagnes déjà réalisées (ballon, avion, gliders, bateau, etc.).
- les frais de missions et de transport de matériel liés aux campagnes sur le terrain, en dehors des soutiens déjà accordés par ailleurs (par exemple par le fonds de soutien aux campagnes pour la logistique des campagnes océanographiques).

- **Le programme LEFE peut aussi faciliter l'accès à d'autres financements nationaux et ressources humaines :**

(i) Le programme LEFE procure une priorité d'accès à un ensemble de soutiens complémentaires associés à un projet scientifique, dont les AO coordonnés par l'INSU et en lien avec l'AO LEFE :

- Campagne avion utilisant les moyens aéroportés de l'infrastructure SAFIRE (www.safire.fr, AO continu, cf. document spécifique à compléter en interaction avec SAFIRE).
- Mise à disposition de flotteurs profileurs (par exemple dans le cadre du programme ARGO).
- Personnel ou soutien DT/INSU (cf. AO DT/INSU, <https://dds.dt.insu.cnrs.fr/connexion?next=/>).
- Utilisation de gliders (cf. AO gliders).
- Mise à disposition des moyens de carottages continentaux, océaniques et dans les glaces par la DT INSU/C2FN.

(ii) Le programme LEFE peut se prononcer sur les demandes d'accès à un ensemble de soutiens complémentaires:

- Personnel temporaire : thèse, post-docs et CDD (AO autres organismes).
- Campagne(s) à la mer via les moyens de la Flotte Nationale côtière et hauturière (cf. AO ad hoc de la flotte océanographique).
- Calcul intensif (AO GENCI, etc.).
- Utilisation des équipements nationaux (AO ARTEMIS, etc.).
- Coordination internationale.
- Autres.

Ces demandes de "label" sont à argumenter dans le dossier scientifique, de manière visible (par un encadré par exemple).

Il est important de noter que les labellisations par le LEFE donnent un plus au projet, mais nécessitent de répondre spécifiquement aux divers AO auprès des organismes partenaires ou agences reconnaissant ce label parmi leurs critères de sélection.

Les porteurs sont invités à soumettre leur(s) document(s) de réponse aux divers AO sus cités (ou tout document en lien avec ces AO qu'ils jugent utile) en tant que fichiers annexes lors de la soumission de leur projet à l'AO LEFE, ceci à titre d'information pour le CS LEFE (par exemple, extraction pdf de leur dossier soumis à la FOF, formulaire d'utilisation des avions de SAFIRE, ou retour des comités sur leur soumission si disponible).

⁵ LEFE peut également financer les travaux utilisant des données validées issues de missions spatiales en excluant les aspects de démonstration, calibration ou validation qui relèvent directement de comités scientifiques du CNES.

Rappel:

- **Le programme LEFE ne finance ni CDD, ni gratifications de stages, en application des règles financières du CNRS-INSU.**
- **Le programme LEFE peut permettre d'initier des observations nouvelles mais n'a pas vocation à soutenir des actions qui doivent être prises en charge dans le cadre des SNO/SI, IR, TGIR et autres structures ayant pour objectif de maintenir des observations pérennes.**
- **Les demandes budgétaires devront absolument être justifiées de manière détaillée et construites de manière raisonnable.** Lorsque le projet implique des cofinancements (autre programme national, ANR, Europe, Région, Institutionnels, etc.), il est nécessaire de bien les expliciter et préciser la valeur ajoutée de la demande LEFE.

Modalités de réponse à l'AO LEFE 2020

Critères de recevabilité des projets:

- Toutes les demandes doivent être soumises *via* le formulaire informatisé avant la clôture de l'AO. Aucune soumission après la date et l'heure limites ou par courrier électronique ne sera acceptée.
- Des lettres d'intention sont obligatoires pour les projets dont le budget total demandé dépasse 70k€ (quelle que soit leur durée) et pour les projets dont le budget demandé dépasse 30k€ sur au moins l'une des années de sa durée. Ainsi, les projets concernés par ces budgets ne seront recevables à l'AO 2020 que s'ils ont au préalable déposé une lettre d'intention en réponse à l'AO d'avril 2019. Les projets déposés avec une demande budgétaire dépassant ces plafonds et sans lettre d'intention préalable ne seront pas évalués.
- **Le dossier scientifique ne devra pas excéder 15 pages TOUT COMPRIS, annexe analytique et tableau récapitulatif du budget inclus. Ce critère vaut aussi pour les projets à l'interface LEFE-EC2CO.** Il est possible de déposer sous forme de fichier "annexe" tout document apportant des éléments supplémentaires au projet mais pas indispensable à son évaluation scientifique.
- Les projets soumis sans que leur demande financière soit inscrite dans les tableaux budgétaires du formulaire informatisé ne seront pas considérés (un tutoriel est disponible sur la plateforme informatique pour remplir ces tableaux).
- **Pour les projets portés par des chercheurs non permanents** (les chercheurs non permanents ne peuvent pas soumettre à l'interface LEFE-EC2CO):
 - (i) il doit être fait mention d'un chercheur permanent du même laboratoire comme co porteur. Ce dernier s'engage à poursuivre le projet en cas de rupture de contrat du porteur avant la fin du projet financé par le programme et à rédiger la fiche de rendu le cas échéant (demandée 1 an après la fin du projet);
 - (ii) la durée du projet ne doit pas dépasser la durée du contrat du chercheur non permanent;
 - (iii) une attestation d'emploi signée du directeur de laboratoire listant le type de contrat du non permanent, la source de financement, la durée du contrat, les dates de début et de fin du contrat, et le nom et adresse email du co-porteur permanent est à joindre en annexe lors de la soumission.

1) Durée des projets

Les projets peuvent être soumis pour 1 an, 2 ans ou 3 ans au maximum. Les propositions sélectionnées sur 2 ou 3 ans n'auront pas à être resoumises pendant cette période.

2) Demandes transverses

Si un projet soumis à LEFE est également soumis à un autre programme faisant l'objet d'un AO individualisé de l'INSU, le projet devra être dupliqué dans cet autre AO. Il devra en être fait mention dans le dossier scientifique en préambule. Ceci vaut aussi pour des projets "compagnons" soumis à deux AO différents de l'INSU.

Pour un projet soumis à plusieurs actions LEFE et demandes de labellisation, il suffira de le mentionner dans la rubrique "Types de demandes".

Les projets à l'interface LEFE-EC2CO devront être soumis à l'AO spécifique LEFE-EC2CO disponible sur la plateforme informatisée.

3) Le dossier scientifique pour les projets complets

Les porteurs de projet doivent déposer un dossier scientifique qui ne devra pas excéder 15 pages (équivalent à Times New Roman 12) (critère de recevabilité). Le dossier décrira précisément le contexte scientifique dans le cadre international et national, les questions scientifiques abordées et la méthodologie choisie pour les résoudre. Le dossier présentera aussi un calendrier de réalisation pour atteindre les objectifs. Les collaborations nationales, européennes ou internationales doivent être mentionnées. Le financement demandé sera présenté et justifié dans ce dossier, par type de ressources et par année pour les projets pluriannuels. Les cofinancements accordés ou demandés (autres programmes nationaux, soutien interne d'organisme, projet européen) doivent être précisés. Dans le cas de projets multi-actions, il est nécessaire de proposer un budget par action afin d'aider à l'évaluation. L'ensemble du budget sera synthétisé dans le tableau récapitulatif du budget. L'annexe financière relative aux analyses devra être remplie le cas échéant. Pour les demandes de campagnes avion ou d'utilisation de gliders, des fiches spécifiques disponibles sur le site informatisé sont à joindre en annexe à ce dossier scientifique, qui est à renseigner obligatoirement, quel que soit le type de demande soumise à l'INSU. **Les demandes financières en soutien à la DT-INSU demandées au LEFE devront être explicitement indiquées dans la demande budgétaire.**

Les dossiers scientifiques devront être soumis au format pdf.

Les porteurs sont invités à utiliser pour le dossier scientifique les trames proposées pour les projets LEFE ou à l'interface LEFE-EC2CO.

Remarques importantes:

- Il est important de vérifier la cohérence de la demande financière indiquée dans le formulaire informatisé et la demande financière détaillée et argumentée dans le dossier scientifique (voir tutoriel disponible sur le site de soumission).
- Le conseil scientifique n'examinera pas les dossiers excédant le nombre de pages maximum. Les porteurs sont invités à déposer sur le site de soumission tous les documents complémentaires non indispensables à l'évaluation scientifique sous la forme d'un unique fichier au format pdf nommé "Annexe".

5) Le formulaire informatisé: <https://sigap.cnrs.fr/>

Les porteurs de projet devront utiliser le formulaire unique informatisé mis en ligne sur le site du

CNRS pour déposer leur dossier scientifique et soumettre leur projet.

Ce formulaire prend en compte toutes les demandes financières pour consolider le projet en partenariat avec d'autres organismes ou agences partenaires. Les ressources obtenues ou demandées en réponse à d'autres appels d'offres (européens, nationaux, régionaux, etc.) doivent être indiquées permettant d'obtenir ainsi le coût consolidé de chaque projet (**voir tutoriel disponible sur le site de soumission**).

Nouveauté pour les demandes de flotteurs, sans demande de financement, déposées à l'action LEFE-GMMC: le formulaire informatisé a été adapté. Les porteurs sont invités à soumettre sous l'onglet "LEFE-GMMC-flotteurs uniquement" (voir aussi le texte de l'AO de l'action LEFE-GMMC).

6) Engagements des porteurs si leur projet est financé par le programme LEFE

À son échéance, **tout projet financé devra faire l'objet d'une fiche de rendu** qui sera accessible sur le site internet du programme LEFE (<http://programmes.insu.cnrs.fr/lefe>).

Il est indispensable que le programme LEFE soit remercié dans toutes communications: articles, posters, communications orales, communiqués de presse, annonces de workshop, etc. Le logo LEFE devra être utilisé dans ces mêmes occasions quand cela est possible.

Les porteurs sont fortement encouragés à transmettre au pôle de données concerné (AERIS⁶, ODATIS (inclus la base LEFE-CYBER)⁷, THEIA⁸, etc.) les données et produits issus du projet soutenu par le programme LEFE.

Évaluation des projets déposés à l'AO LEFE 2020

Le programme LEFE est piloté par un Comité Inter-Organismes (CIO) formé par les représentants des organismes et agences partenaires. Le CIO décide, sur recommandation du Conseil Scientifique LEFE, des projets retenus et des ressources qui leur sont attribuées. Le Conseil Scientifique LEFE s'appuie, pour émettre ses recommandations, sur les évaluations menées par les Conseils Scientifiques des différentes actions qui le composent.

Pour sa recevabilité, le projet devra être jugé prioritaire en raison de son adéquation à l'appel d'offres, de sa pertinence et de l'originalité de son questionnement scientifique, de la compétence des équipes, et de l'innovation ou de la solidité de sa méthodologie. Il devra de plus être accompagné d'une analyse attentive de sa faisabilité en termes de calendrier, de ressources financières et humaines, et d'accès aux moyens lourds (avion, flotte, ballon, temps calcul). Outre ces critères usuels d'évaluation, le CS LEFE prendra également en compte le caractère structurant des projets et encourage la soumission de projets portés par de jeunes chercheurs dans le cadre de leurs 4 premières années de recherche. Enfin, en raison de l'aspect inter-organismes du programme LEFE et des attentes qui en découlent, les projets allant vers des résultats utiles aux décideurs ou impliquant des pays du Sud ou utilisant des données spatiales sont les bienvenus.

Le Comité Inter-Organismes peut, pour des raisons scientifiques ou budgétaires, ne proposer qu'un financement partiel des projets.

⁶ <http://www.aeris-data.fr>

⁷ http://www.odatis-ocean.fr/Le-Pole_Odatis

⁸ <http://www.theia-land.fr>

Clôture de l'AO LEFE 2020

La date de clôture de l'appel d'offres est fixée au **vendredi 13 septembre 2019 à 16h**, délai de rigueur. Seuls les projets soumis via le formulaire informatisé d'appel d'offres seront considérés.

Le formulaire informatisé est accessible ici: <https://sigap.cnrs.fr/>

Toutes les questions concernant cet AO sont à adresser à Mme Bouthaina Ben Hassen (Bouthaina.BENHASSEN@cnrs-dir.fr)

*Nota : Les porteurs de projet **appartenant** à une unité associée au CNRS devront impérativement faire pré-renseigner les demandes dans l'application Dialog **via leur Directeur d'unité**.*

Action "Chimie Atmosphérique" (CHAT)

Les principales classes de composés réactifs dans l'atmosphère –photo-oxydants, acides, aérosols, radicaux, ainsi que leurs précurseurs - affectent à la fois la qualité de l'air et le climat de façon directe ou indirecte. L'évaluation des synergies et antagonismes de l'impact des composés réactifs sur ces deux cibles, ainsi que leur évolution dans le contexte des changements globaux, est capitale. Pour y parvenir, une meilleure compréhension et quantification des mécanismes de transformations chimiques et physiques des espèces dans les différentes phases, de leur transport dans les différents compartiments de l'atmosphère, et de leurs échanges aux interfaces (émissions, dépôts), est indispensable. Des efforts d'intégration de ces processus, de leur impact et de leur rôle dans les réservoirs atmosphériques, géophysiques et hydrosphériques sont indispensables pour traiter le système Terre dans sa globalité.

Les projets éligibles doivent privilégier une synergie forte entre études de laboratoire, mesures de terrain et modélisation et favoriser le passage entre échelles spatiales. Les propositions de développements instrumentaux novateurs appliqués à la chimie atmosphérique sont également sollicitées dans le cadre de cet appel à projets.

Des projets permettant une valorisation vers l'aide à la décision (qualité de l'air) sont attendus. Ces projets devront expliciter les retombées possibles pour les acteurs /décideurs (amélioration des outils opérationnels, éléments d'aide à la décision,...).

Certaines questions relatives aux interfaces avec la biosphère et les systèmes biologiques devront être soumises de manière conjointe au programme EC2CO.

Les questions scientifiques prioritaires identifiées pour la chimie atmosphérique se déclinent suivant les axes ci-dessous.

Processus régissant la capacité oxydante dans la troposphère, la formation de l'aérosol et l'évolution de ses propriétés physico-chimiques

L'étude de la capacité oxydante dans la troposphère est importante, notamment à travers une meilleure connaissance des sources et puits des composés organiques, compte tenu de leur importance pour la chimie atmosphérique (composés polyfonctionnels, bilan des radicaux HOx, réservoir pour les oxydes d'azote, précurseurs d'aérosols organiques secondaires (AOS)). Les voies de formation et les évolutions de ces composés pour la formation d'AOS restent aujourd'hui mal comprises. Pour avancer dans ce domaine, il est capital de considérer l'évolution de la matière organique conjointement en phases gazeuse, aqueuse et particulaire.

Par ailleurs, l'aérosol, mais aussi d'autres types de surfaces (neige, glace, sol...) sont considérés comme d'éventuels catalyseurs de réactions chimiques affectant directement le bilan des radicaux HOx et halogénés.

Il est également important de s'intéresser à l'évolution chimique de l'aérosol (état du black carbon, de la matière organique...), et des modifications des propriétés physico-chimiques (granulométrie, propriétés oxydantes, hygroscopicité, propriétés optiques, viscosité, etc.) qu'elle engendre. Ceci doit permettre de réduire les incertitudes relatives à l'impact des aérosols sur le bilan radiatif, la microphysique des nuages, mais aussi la qualité de l'air et notamment l'exposition des populations et des écosystèmes.

Ces axes de recherche seront abordés en termes d'expérimentation en laboratoire, de mesures sur le terrain, et de modélisation, en développant autant que possible des synergies entre ces approches.

Couplage transport-chimie : impact sur la qualité de l'air et le climat

L'étude couplée des processus chimiques et des processus de transport dans et entre les différents compartiments de l'atmosphère (couche limite polluée, troposphère, stratosphère), aux différentes échelles spatiales (de la turbulence à l'échelle globale) et dans différents environnements (urbains et naturels) est indispensable pour pouvoir comprendre les interactions entre chimie de l'atmosphère et climat, et prédire leur variabilité. Ces études s'effectueront de manière privilégiée par la modélisation multi-échelle et l'analyse d'observations chimiques, obtenues par des méthodes in situ et par des suivis satellitaires. L'exploitation de ces modes d'observations est une priorité, mais des campagnes de mesures ciblées pourront être soutenues.

Concernant la stratosphère, les contributions des HCFCs et d'autres espèces au bilan radiatif et à la destruction de l'ozone doivent être étudiées. De même, concernant le couplage chimie-climat, la distribution spatiale et temporelle et les caractéristiques des aérosols stratosphériques, ainsi que certaines de leurs réactions hétérogènes devraient être étudiées.

Les projets concernant la modélisation couplée du transport et de la chimie aux différentes échelles spatiales seront bien accueillis, en vue de favoriser l'intégration des connaissances nouvelles dans ces modèles (en passant éventuellement par des modèles de processus dédiés).

Enfin, les processus de haute énergie en lien avec l'électricité atmosphérique devraient être mieux compris afin d'évaluer leur impact sur la chimie, de la haute troposphère à l'ionosphère.

Interactions surface-atmosphère : une interface active

La modélisation des émissions et dépôts des gaz et particules aux interfaces continentales ou océaniques, biosphère ou cryosphère, urbanisées ou naturelles, et de leur variabilité spatiale et temporelle à échelle fine, requiert de reconnaître ces interfaces comme régulateurs interactifs, en dépassant la vue traditionnelle de cadastre statique. Un défi identifié est l'intégration des sources ponctuelles à une échelle sous-maille (feu, volcan, écosystèmes,...). Des projets visant à une meilleure prise en compte des processus d'échange et de transformation au sein des écosystèmes, de leur variabilité spatiale à des échelles fines, et des impacts des dépôts sur les écosystèmes pourront pleinement justifier d'une soumission conjointe au programme EC2CO.

Concernant les émissions anthropiques, une meilleure prise en compte du continuum entre émissions de composés organiques volatils, semi-volatils et condensés est nécessaire. La quantification de l'incertitude des différents cadastres ou modélisations reste indispensable. Pour ceci, la mesure de flux sur sites spécifiques ou chambres modèles, ponctuellement ou sur la durée, reste un défi important, de même que l'évaluation régionale de ces flux.

Étude des espèces atmosphériques par spectroscopie

Des projets combinant travaux spectroscopiques propres et leur application à la chimie atmosphérique (inversion des observations satellitaires, calcul de bilan radiatif, développements instrumentaux) seront considérés en priorité. Les travaux porteront d'une part sur l'étude des molécules d'intérêt climatique telles que le méthane, le dioxyde de carbone, l'ozone et la vapeur d'eau, d'autre part sur leurs différentes formes isotopiques, ainsi que d'autres molécules peuvent présenter un intérêt fort pour leur rôle dans la chimie radicalaire ou en phase aqueuse et dans le traçage de sources. La combinaison d'études de spectroscopie en laboratoire et de spectroscopie moléculaire théorique est encouragée.

Action "Cycles Biogéochimiques, Environnement et ressources" (CYBER)

L'objectif général de CYBER est d'approfondir notre compréhension des cycles biogéochimiques et du fonctionnement des écosystèmes marins afin d'appréhender leurs évolutions passées et futures. Les propriétés physiques, chimiques et biologiques de l'océan moderne et passé doivent être étudiées à différentes échelles spatiales et temporelles. Ceci implique de quantifier les stocks et les flux des éléments biogènes, des éléments en traces et de leurs isotopes, d'étudier les processus liés à la production de matière organique ainsi que sa transformation, dégradation, son transfert vers les niveaux trophiques supérieurs, ou sa séquestration dans l'océan profond et les sédiments. Le rôle des organismes dans les cycles biogéochimiques doit être considéré, y compris sous l'angle de la biodiversité fonctionnelle. L'océan échange en permanence matière et énergie avec les autres compartiments du système Terre. Les processus qui se déroulent à ses interfaces doivent être étudiés pour comprendre leurs impacts sur le fonctionnement de l'océan, mais aussi pour quantifier le rôle de celui-ci dans le système Terre. Pour atteindre ces objectifs, CYBER favorise la structuration des recherches pluridisciplinaires en lien avec les grands programmes internationaux de Future Earth et du SCOR (IMBER, Future Earth Coasts, SOLAS, GEOTRACES, GlobalHAB).

Les objectifs de chacun des thèmes sont présentés ci-dessous.

Thème 1: Processus biologiques et biogéochimiques aux différentes échelles clés dans l'océan de surface

Nos connaissances sur l'hétérogénéité spatio-temporelle des propriétés physiques, chimiques et biologiques du milieu marin se sont fortement renforcées ces vingt dernières années. Des observations récentes issues de capteurs (gliders, BGC float, biologistes...), de satellites ainsi que des simulations numériques suggèrent que les structures méso- et sub-mésoéchelles, telles que les filaments, tourbillons et méandres (1 à 100 km) sont omniprésentes dans l'océan, affectant la distribution des espèces chimiques, la croissance et la distribution du plancton et les processus et flux biogéochimiques qui en découlent.. La méso- et la sub-mésoéchelle correspondent à des échelles spatiales et temporelles écologiquement importantes dont il reste à explorer la traduction en fonctions biogéochimiques. Les fluctuations de l'océan de surface aux micro-échelles peuvent également être pertinentes pour les organismes, ce qui nécessite de développer les mesures à haute fréquence. La compréhension du contrôle de ces échelles jusqu'aux échelles plus grandes (régionales à globales, saisonnières à pluri-décennales) sur les éléments biogènes représente un enjeu majeur, de même que les réponses non linéaires des cycles biogéochimiques et biologiques à ces divers forçages. Afin d'affiner nos connaissances des grands cycles de la matière dans l'océan, des études plus intégrées, couplant la physique, les cycles biogéochimiques, et la biologie des organismes à de multiples échelles sont à considérer.

Thème 2 : Processus biologiques et biogéochimiques du milieu mésopélagique au milieu benthique.

Pour mieux comprendre et modéliser la pompe biologique de carbone et prévoir sa réponse aux changements environnementaux globaux, il est essentiel d'améliorer nos connaissances sur les processus couplant la dynamique des particules et leur transport sur l'ensemble de la colonne d'eau, jusque dans les zones méso- bathy-pélagique et benthique.

La question de la qualité de la matière organique pour la zone non éclairée, impliquant des mécanismes de colimitation, les processus de spéciation, ainsi que le lien entre la biodiversité et la

biodisponibilité des éléments majeurs et en traces, est primordiale. Les processus et les facteurs de contrôle des interactions entre phases dissoutes et particulaires, organiques et inorganiques, tels que les mécanismes d'agrégation et désagrégation et le rôle des micro-organismes associés à ces particules doivent être étudiés.

La question des contrôles exercés par les facteurs écologiques, tels que la composition et la structure de l'écosystème, sur le fonctionnement de la pompe biologique (notamment les facteurs de contrôle de l'efficacité d'export et du transfert du C dans la colonne d'eau) représente un verrou majeur qui doit être abordé avec des projets intégrés, favorisant l'utilisation de techniques et d'outils émergents. L'ensemble des informations sur ces processus devra permettre l'amélioration substantielle des modèles couplés physique-biologie-biogéochimie.

Thème 3 : Cycles biogéochimiques des Éléments en Traces et Isotopes (TEIs) et macro- et micro-nutriments marins

La compréhension du fonctionnement des écosystèmes océaniques et de leur évolution en relation avec la variabilité climatique naturelle et anthropique dépend en grande partie de notre connaissance de la dynamique des macro- (N, Si, P...) et micro-nutriments (Fe, Mn, Zn, Cu, Cd, Co, Ni...), de leur biodisponibilité, de leur utilisation, de leur transfert trophique et de leur recyclage. Parce que les processus physico-chimiques ou biologiques s'accompagnent d'un fractionnement isotopique ou élémentaire, les TEIs constituent des traceurs (ou indicateurs ou "proxies") de ces processus dans l'océan moderne et passé. En plus des TEIs, les assemblages faunistiques d'organismes et des composés organiques spécifiques (biomarqueurs) peuvent aussi être utilisés comme traceurs des changements environnementaux.

Les connaissances restant à acquérir sur les fractionnements isotopiques ou élémentaires, et l'usage de nouveaux traceurs permettront une meilleure calibration des "paléo-proxies" destinés à la reconstitution de la variabilité passée des processus biogéochimiques tels que la production primaire et l'exportation du matériel organique néoformé à la surface des océans et à mieux estimer l'impact du changement global sur le fonctionnement de l'océan. Paramétrer les « effets vitaux » est notamment nécessaire pour utiliser de manière fiable la composition isotopique et élémentaire des biominéraux et de la matière organique comme traceurs des variables climatiques et environnementales océaniques (niveau de la mer, température, pH, oxygène...). Le développement des approches couplées d'observation en culture et de modélisation devrait permettre d'améliorer la compréhension et l'utilisation quantitative de ces traceurs. Aux interfaces eau-sédiment et croûte océanique-eau, les enjeux résident en une meilleure compréhension des mécanismes impliqués dans la modification des éléments en traces, ou leur remise en suspension, ainsi qu'au niveau des mécanismes biotiques et abiotiques qui soustraient des éléments à la colonne d'eau lors de la sédimentation des particules. Il est donc nécessaire de mieux comprendre les mécanismes de transformation chimique des composés particulaires (ou adsorbés) et dissous en fonction du contexte physique, physico-chimique, et sédimentaire (y compris la diagenèse précoce).

Thème 4 : Biodiversité fonctionnelle, fonctionnement des écosystèmes et cycles biogéochimiques

Les cycles biogéochimiques marins impliquent des communautés de micro- et macro-organismes caractérisées par une grande diversité taxonomique et fonctionnelle. La dernière décennie a vu l'explosion de nouvelles approches et de nouveaux savoir-faire issus des approches "omiques", de l'imagerie haute-fréquence (y compris in situ) et des techniques isotopiques et de marquage cellulaire pour l'étude de la diversité, des fonctionnalités et de l'activité individuelle des micro-organismes marins, notamment en ce qui concerne la régulation des flux des éléments majeurs et en traces par la structure et la diversité des communautés biologiques. Ces apports peuvent améliorer

notre connaissance du fonctionnement des cycles biogéochimiques à différentes échelles. À l'échelle des organismes, l'association des études globales du fonctionnement des communautés (interactome) et de la description de la biodiversité associée à celles des gènes jouant un rôle clé dans les flux biogéochimiques doit permettre des avancées importantes. À l'échelle de l'organisme individuel, un ensemble d'approches descriptives hautement résolutive constitue une voie très prometteuse afin d'étudier la régulation de gènes clés en fonction de paramètres environnementaux abiotiques ou biotiques.

La prise en compte de caractéristiques biologiques des organismes et de leur organisation au sein de l'écosystème vise à mieux comprendre la résilience ou la dégradation des écosystèmes, des communautés et de leurs fonctions dans un contexte climatique changeant et face aux événements extrêmes.

Thème 5 : Fonctionnement de l'océan côtier et flux biogéochimiques aux interfaces

Il apparaît aujourd'hui encore essentiel de comprendre de manière précise la structure et le fonctionnement des écosystèmes côtiers dans leurs composantes pélagiques et benthiques pour estimer leur contribution dans les flux globaux de carbone, de macro-/micro-nutriments, de contaminants et prédire leur trajectoire dans un contexte de pressions climatiques et anthropiques croissantes. Ces objectifs nécessitent de renforcer les approches intégrées pluridisciplinaires des systèmes pélagiques et benthiques côtiers tout en prenant en compte certaines particularités de ces écosystèmes complexes : hétérogénéité spatiale, variabilité temporelle, interactions d'échelles, anthropisation.

Les objectifs principaux devront se concentrer sur : (1) une quantification améliorée des flux chimiques aux interfaces des zones côtières : continent-océan (apports fluviaux), colonne d'eau-sédiment (bioturbation, diagenèse...), et côte-large (transfert par les structures physiques mésoéchelle) ; (2) la compréhension des réponses des zones côtières (en termes de structuration et de fonctionnement) face à des perturbations anthropiques et climatiques extrêmes ou récurrentes (crues, pollution, cascading, eutrophisation, hypoxie, acidification...) ; (3) l'identification d'effets de seuils et des impacts sur les réseaux trophiques pélagiques et benthiques en matière de résilience ou de basculement ; (4) la caractérisation de l'évolution des habitats côtiers pour les ressources vivantes sur la base d'approches pluridisciplinaires couplées physique-biologie conduites jusqu'à des échelons prédateurs supérieurs de manière à contribuer à l'approche écosystémique des pêches.

Thème 6 : Flux biogéochimiques à l'interface océan-atmosphère

L'océan de surface constitue une interface-clé entre l'atmosphère et l'océan de sub-surface et profond, incluant en particulier la couche mélangée et le micro-film de surface. En effet, les échanges avec l'atmosphère impactent directement ou indirectement les radiations solaires et le climat, mais également la production primaire et les écosystèmes globalement et dans des zones d'intérêt (upwellings, zones de minimum d'oxygène ou OMZ, formation d'eaux profondes). Une meilleure connaissance des échanges d'éléments biogéochimiques majeurs (C, O, N, S...) et traces, de leurs impacts dans le fonctionnement des écosystèmes (incluant les problématiques majeures de la désoxygénation et de l'acidification) ainsi que de leur variabilité spatio-temporelle extrême, est nécessaire à des échelles allant de l'intra-saisonnier au décennal.

Les efforts à l'interface océan – atmosphère devront se concentrer sur (1) les échanges de gaz en particulier l'oxygène, les gaz à effet climatique (p. ex. CO₂, N₂O, CH₄), et les gaz toxiques (p. ex. H₂S) ; (2) les émissions: (i) d'aérosols contrôlés par des facteurs biologiques et biogéochimiques encore mal connus ; (ii) des liquides volatils et particules qui interviennent dans la formation des nuages et l'albédo de la planète (e.g. DMS, aérosols océaniques anthropiques et naturels issus notamment de

la matière organique); (3) le rôle et devenir des aérosols pénétrant dans l'océan (dépôt de poussières, pluies acides...) : solubilisation, rôle de la matière organique (océanique et atmosphérique), biodisponibilité des apports atmosphériques, impact selon les régions océaniques concernées (fertilisation ou pollution), devenir des dépôts dans la colonne d'eau; (4) le rôle et le devenir de la glace de mer et son impact sur la biogéochimie et les écosystèmes marins ainsi que dans le relargage de gaz d'intérêt climatique vers l'atmosphère.

Mise à disposition de flotteurs profileurs biogéochimiques.

Le CS CYBER rappelle également que dans le cadre du volet GMMC de cet appel d'offres LEFE, un certain nombre de flotteurs profileurs biogéochimiques (Chl, CDOM, PAR, rétrodiffusion, Oxygène) sont mis à disposition. Les porteurs de projets CYBER qui souhaitent utiliser ces flotteurs pour mener leur action de recherche devront explicitement l'argumenter dans leur projet CYBER, et doivent en sus effectuer une demande de flotteurs auprès du GMMC (cf. AO LEFE GMMC et en particulier la section 3).

Action "Groupe Mission Mercator-Coriolis" (GMMC)

Le périmètre de l'action GMMC est l'Océanographie Opérationnelle (OO) dont les missions principales sont la description en temps réel et la prévision opérationnelle de l'océan dans sa diversité (physique, biogéochimie, banquise) et son étendue (globale, mers marginales, surface et profondeur), la production de réanalyses à haute résolution sur les décennies récentes et de services océanographiques hautement qualifiés. Le GMMC a pour objectif de favoriser les interactions entre une communauté de recherche couvrant un large spectre d'expertises scientifiques et les acteurs de l'OO française que sont le centre de prévision opérationnelle MERCATOR OCEAN INTERNATIONAL et le centre de données CORIOLIS. A ces fins, le GMMC apporte un soutien à des projets de recherches fondamentales et appliquées pouvant bénéficier, dans un sens large, au développement de l'OO. Les demandes de mise à disposition de flotteurs profileurs Argo pour les campagnes d'observations et pour le maintien et l'exploitation du réseau Argo lui sont également adressées pour évaluation. Enfin, le GMMC demande aux équipes retenues de présenter leurs travaux lors de ses Journées Scientifiques annuelles.

1. Spécificités du GMMC

Les projets proposés doivent être soumis selon les modalités de réponse à l'appel d'offre général de LEFE sous la forme de *projets incitatifs* ciblant une ou plusieurs des thématiques soulignées par l'appel d'offre (en Section 2). Cependant le GMMC sollicite également deux autres types de projets, l'un pour favoriser la coopération avec les centres opérationnels (*PPR* voir ci-après), et l'autre pour l'attribution des flotteurs Argo.

Projet en Partenariat Renforcé (PPR). D'une durée optimale de 3 ans, ce type de projet collaboratif sera proposé par un consortium d'équipes de recherche auquel sera associé du personnel de Mercator-Océan et/ou de Coriolis qui apportera une contribution significative à l'étude. Le soutien accordé à un *PPR* pouvant être important, il est recommandé que sa soumission soit précédée d'une *Lettre d'Intention (LI)* (brève description du projet, des partenaires et du budget estimé en moins de 3 pages). La *LI* peut être soumise au printemps à l'appel d'offre LEFE dédié, ou un an avant la soumission du projet. Dans ce dernier cas, un soutien (1 an maximum) pourra être accordé pour couvrir les dépenses nécessaires à la mise en réseau des partenaires.

Mise à disposition de flotteurs profileurs Argo. Les demandes de flotteurs Argo pour les campagnes d'observation doivent être adressées au GMMC selon une procédure précise qui est décrite en Section 3. Des annexes spécifiques pour toutes demandes sont disponibles sur le site de soumission. Le CS en évalue la pertinence et émet un avis et des recommandations pour leur attribution. Les demandes flotteurs peuvent tout aussi bien relever des autres actions de LEFE ou d'autres projets évalués avec des exigences scientifiques correspondant à celles de LEFE (chantiers INSU, ANR, etc.).

2. Thématiques scientifiques pour les projets

La pertinence d'un projet vis-à-vis des missions de l'océanographie opérationnelle française est un facteur important pour son évaluation, mais doit être considéré dans un sens large. Les proposant sont donc encouragés à soumettre des travaux qui soient en lien avec les enjeux de recherche que représentent la consolidation, l'amélioration et l'évaluation des différentes composantes des systèmes et des produits de MERCATOR OCEAN et CORIOLIS, ou qui concernent l'enrichissement à moyen ou long terme des dimensions multi-échelles et pluri-disciplines de l'océanographie

opérationnelle. Des études en amont de l'OO comportant des travaux de nature fondamentale (processus, théorie, algorithmique) sont les bienvenues, et pourraient, si elles s'avèrent pertinentes, bénéficier d'une soumission dans le cadre de propositions transverses avec les autres Actions LEFE ou EC2CO. Des projets spécifiques de recherche et/ou de développement en aval d'applications du CMEMS (Copernicus Marine Environment Monitoring Service) et dans le domaine côtier, cherchant à tirer le meilleur profit du service Copernicus, sont également sollicités.

Les activités de recherche couvrant ces enjeux se déclinent principalement (mais pas exclusivement) autour des axes thématiques et méthodologiques brièvement décrits ci-après. Le bureau du CS⁹ pourra être contacté à l'avance par les proposant afin d'affiner la pertinence de leur projet.

2.1. Physique et dynamique océanique.

Les thèmes scientifiques prioritaires (non exclusifs) sont la représentation (i) de la marée à l'échelle globale, (ii) des courants de surface et des propriétés de la couche de mélange océanique, et (iii) des phénomènes de fine échelle et leur impact sur la plus grande échelle. Sont sollicitées des études démontrant un potentiel à améliorer les performances ou les utilisations des systèmes d'analyse et de prévision opérationnels, soit par des avancées sur les méthodologies de simulation (p.ex. la modélisation de la marée dans un OGCM, le *downscaling* régional sur base de produits opérationnels, l'assimilation du signal de marée, etc.), soit par une amélioration des connaissances fondamentales permettant des avancées sur la compréhension, représentation ou paramétrisation de processus clés (p.ex. les processus mélange et dissipation à l'interface air-mer, dans les détroits, les seuils et les courants de bord, les flux air-mer, les forçages de surface), soit par la création de produits dérivés des produits opérationnels. Ces études pourront concerner toutes les latitudes et régions océaniques (des océans tropicaux aux mers semi-fermées ou englacées).

2.2. Assimilation de données et Systèmes d'Observation

L'objectif de l'appel d'offre est de susciter des études scientifiques permettant (i) de faire progresser les systèmes d'assimilation de données et (ii) de développer les systèmes d'observation nécessaires à la prévision opérationnelle ou la construction des réanalyses. Des études sont donc sollicitées sur la caractérisation et la paramétrisation des différentes sources d'incertitudes sur les modèles et les observations (p.ex. contrôle qualité), l'évaluation de la qualité des produits opérationnels, et l'exploration d'approches nouvelles qui prennent en compte le caractère multi-échelles/multi-disciplines du système. Parmi les sujets importants à traiter, sont mis en avant pour cet appel d'offre: l'assimilation de données dans un système opérationnel considérant un couplage entre l'océan et l'atmosphère; l'intégration/assimilation des informations fournies par les capteurs/données satellites récents et futurs (p.ex. SMOS ou SWOT) dans les modèles résolvant une large gamme d'échelles spatio-temporelle; les questions liées à la "conception optimale" des systèmes d'observation de l'océan (par exemple au travers d'OSSEs); la synergie entre les approches d'observation spatiale et in situ actuelles (p.ex. OceanColor vs BGC-Argo, Altimétrie/SSS vs Argo).

2.3. Modélisation/assimilation couplées physique/biogéochimie/biologie

Il s'agit ici de favoriser l'émergence de nouvelles approches en modélisation/assimilation couplant la physique et la biogéochimie/biologie en vue d'enrichir la qualité et la variété des produits opérationnels délivrés. Ces études pourront viser à améliorer la compréhension/représentation de processus régionaux (p.ex. upwellings, OMZ), les outils (p.ex. PISCES, mais pas seulement) et/ou à

⁹ bernard.barnier@cnsr.fr ou dortenzio@obs-vlfr.fr

l'identification des limites de ces outils. Par ailleurs elles sont souvent complémentaires avec les demandes de flotteurs profileurs BGC-Argo. Les aspects de validation par le développement de métriques de comparaison modèle/observations concernant les proxies classiques (i.e. la Chlorophylle vs biomasse phytoplanctonique et production primaire) et la matière inorganique (i.e. les nutriments, O₂) sont à considérer.

2.4. Autres thématiques scientifiques

Les projets relevant d'autres thématiques scientifiques non évoquées ci-dessus, dont on démontrera le potentiel pour le développement (à court ou moyen-terme) de l'OO ou de ses services seront reçus favorablement. Cela peut concerner des études pilotes apportant des preuves de concept dans le domaine méthodologique, dans le domaine côtier/littoral, dans le domaine du vivant (*p.e.* écosystèmes marins, ressources pélagiques), des énergies marines renouvelables, ou dans des domaines émergents dans notre discipline (*p.ex.* la science des données).

Cet axe comprend toutes les études visant à évaluer (via des métriques de validation) ou utiliser (via des modifications/améliorations) les produits distribués par Mercator/Coriolis et, notamment, sur la nouvelle réanalyse globale au 1/12°. Les études de valorisation/amélioration des produits opérationnels centrées sur des applications côtières opérationnelles (par exemple *recherche et sauvetage* ou *transport de polluant*) sont pertinentes.

3. Mise à disposition de flotteurs profileurs Argo / BGC-Argo

Le présent volet concerne la mise à disposition, le déploiement, et le suivi de flotteurs de type Argo. Environ 35 flotteurs Argo (T-S), 4 à 6 flotteurs BGC-Argo (T-S, Chlorophylle, CDOM, Irradiance, PAR, coefficient de rétrodiffusion, O₂), 12 flotteurs Argo-O₂ (T-S-O₂) et 15 flotteurs Deep-Argo (T-S-O₂, voir Annexe 1 pour les caractéristiques de différents type de flotteurs) pourront être mis à la disposition de projets scientifiques dans le cadre de cet appel d'offre. Les demandes de flotteurs doivent être soumises au GMMC en suivant la procédure décrite ci-après.

Les demandeurs doivent télécharger les annexes flotteurs 1 à 4 dans lesquelles des informations pratiques sont décrites (disponibles sur le site de soumission LEFE et ici: <http://www.coriolis.eu.org/News-Events/Latest-News/2020-AO>).

La demande de flotteurs sera faite suivant le schéma proposé dans l'Annexe 2. Les proposant doivent OBLIGATOIREMENT remplir ce formulaire et le transmettre « en ligne » via la procédure électronique du site LEFE pour que la demande soit prise en compte. L'action GMMC ne s'occupe que de la mise à disposition des flotteurs, et le proposant doit se préoccuper des coûts liés au transport de matériel (*Annexe 2*, section logistique). Si la demande ne concerne qu'une mise à disposition de flotteurs, le porteur doit soumettre dans la section "LEFE-GMMC-flotteurs uniquement". Si une demande financière est associée à la mise à disposition, ou si la demande flotteur est inscrite dans un projet plus vaste demandant des ressources financières, la procédure standard de soumission à LEFE doit être suivi. Dans ce cas, l'Annexe 2 est toujours obligatoire.

Dans le cas d'une réponse positive, le PI du projet devra suivre les indications de l'Annexe 3 pour les flotteurs Argo et Argo-O₂, et de l'Annexe 4 pour les flotteurs BGC-Argo.

Calendrier. Pour des raisons liées à la préparation technique, *les flotteurs attribués lors de cet appel d'offre ne seront prêts pour déploiement qu'à partir de juin 2020* (déploiements de juin 2020 à juin 2021).

Pour les flotteurs Argo (T/S), la mise à disposition est recevable pour des demandes visant

- 1) au maintien opérationnel du réseau Argo ;
- 2) au soutien des actions de terrain spécifiques et/ou ponctuelles, des sites d'observation pérennes ou des chantiers régionaux.

Dans le premier cas, la mise à disposition sera encouragée pour des déploiements dans les zones faiblement couvertes ou à forte dispersion¹⁰. Les propositions devront clairement identifier leur complémentarité par rapport aux déploiements prévus dans le cadre international du projet Argo¹¹. Dans le deuxième cas, les proposant sont encouragés à argumenter le rôle des flotteurs dans le cadre de l'expérience ou du site d'observation, notamment pour en expliciter l'éventuelle complémentarité avec d'autres plateformes d'observation.

Pour les flotteurs BGC-Argo (T/S, Chlorophylle, CDOM, Irradiance, PAR, coefficient de rétrodiffusion, O2) ainsi que les Argo-O2 aucune zone prioritaire de déploiement n'est actuellement suggérée. Les porteurs doivent toutefois expliquer la pertinence de l'utilisation des flotteurs demandés dans le cadre de la mise en place de systèmes de contrôle de qualité des paramètres mesurés, ou de l'homogénéisation de ces paramètres avec les observations spatiales (voir paragraphe 2.2); ou si opportun dans le cadre d'études visant à la validation des modèles biogéochimiques opérationnels (voir paragraphe 2.3) et/ou à l'assimilation des données Argo dans les mêmes modèles (voir paragraphe 2.3).

Pour les flotteurs Deep-Argo, les zones de déploiement prioritaires sont l'océan Atlantique (du nord au sud) et l'océan Austral, bien que des déploiements dans d'autres zones restent envisageables. Les déploiements doivent privilégier les régions caractérisées par un signal dynamique fort et associées à un contexte scientifique permettant la qualification et la valorisation rapide des données. Les Pls s'engagent par ailleurs à assurer un suivi sur la qualité des données et à interagir avec les équipes du SNO Argo-France (LOPS et Coriolis). Le LEFE-GMMC encourage les porteurs à prendre contact avec V. Thierry (vthierry@ifremer.fr) avant toute demande pour s'informer sur le fonctionnement des Deep-Argo et le travail requis pour la qualification des données.

Sondes XBT. Coriolis dispose par ailleurs d'un lot de sondes XBT (15 cartons de 12 sondes T7 - 800 m) destinées à être déployées dans des zones sous-échantillonnées et le GMMC est disposé à évaluer et à faire des recommandations pour des demandes proposant l'utilisation de ces instruments.

¹⁰ Voir www.jcommops.org/ftp/Argo/Maps/density66.png

¹¹ Voir <http://archimer.ifremer.fr/doc/00374/48526/>

Action "Interactions Multiples dans l'Atmosphère, la Glace et l'Océan" (IMAGO)

L'action IMAGO vise essentiellement à mieux décrire, simuler et comprendre les fluctuations naturelles et les changements d'origine anthropique des états de l'atmosphère, des surfaces continentales, de la cryosphère et du milieu marin, à toutes les échelles spatio-temporelles. Des objectifs plus spécifiques de l'action IMAGO consistent à s'intéresser aux interactions entre échelles et les couplages entre les diverses composantes du système climatique. Il s'agit de favoriser cette synergie sur la thématique générale de la prévision du temps, de la variabilité et de l'évolution de notre système climatique.

Enjeux. Les travaux de la communauté française sur la dynamique des enveloppes fluides, le climat et les processus d'interaction qui les gouvernent ont pour enjeux d'améliorer :

- la prévision à court et moyen terme de la circulation atmosphérique et océanique, de l'état de l'atmosphère, de la cryosphère, des surfaces continentales et du milieu marin.
- la compréhension de la variabilité du climat et des mécanismes associés aux échelles intra-saisonnières à pluri-décennales, la compréhension et l'estimation de sa prévisibilité.
- La compréhension de l'évolution récente du climat, y compris via des études d'attribution, et des projections climatiques et des incertitudes associées.
- La caractérisation, la compréhension sur le plus long terme des climats passés

Ces quatre enjeux scientifiques sont en pleine adéquation avec les perspectives et les priorités des grands programmes internationaux (P. ex. WWRP-HIW, WWRP-PPP ; WCRP-CLIVAR, WCRP-GEWEX, WCRP-CLIC, CMIP, Future Earth).

Les activités de recherche couvrant ces enjeux se déclinent autour de 5 axes majeurs:

1- Étude des processus et des interactions d'échelle régissant l'état des différentes composantes du système climatique

Cet axe de recherche fondamentale doit favoriser les études des différents processus physiques et dynamiques qui régissent l'état moyen et la variabilité des différentes composantes du système climatique. Les processus sont souvent complexes, non linéaires et font intervenir de fortes interactions d'échelle ce qui nécessite des développements théoriques, de nouvelles approches de modélisation et des données observationnelles suffisamment longues ou à suffisamment haute résolution spatiale et temporelle pour couvrir la large gamme d'échelles impliquées.

2- Modes de variabilité, téléconnexions et prévisibilité climatique

L'objectif de cet axe est de mieux décrire et comprendre les modes de variabilité climatique, d'identifier les mécanismes qui les gouvernent et assurent leurs téléconnexions ainsi que de quantifier leur niveau de prévisibilité et leurs réponses à des forçages externes. Cet axe couvre un large espace temporel allant de l'échelle intra-saisonnière à l'échelle des cycles glaciaire-interglaciaire en incluant le cas des changements climatiques abrupts.

3- Réponse climatique aux différents forçages anthropiques et naturels et rétroactions physiques et

biogéochimiques associées.

L'objectif est de renforcer le développement des méthodologies et analyses permettant de mieux comprendre les mécanismes physiques et biogéochimiques qui contrôlent la réponse climatique (état moyen, variabilité, extrêmes) aux différents forçages anthropiques et naturels. Cet axe s'appuiera sur des reconstructions, des réanalyses, et simulations climatiques. Il s'agit en particulier de déterminer la confiance qui peut être accordée aux différents résultats de modélisation climatique, d'évaluer la robustesse des résultats communs aux différents modèles ainsi que les causes de dispersion entre les modèles, et de proposer des contraintes observationnelles permettant d'identifier les modèles les plus crédibles et ainsi d'affiner les projections globales et régionales.

4- Spécificités régionales du climat : compréhension, prévision, descente d'échelles et rétroactions sur le climat à l'échelle globale

Il y a un réel besoin de mieux estimer et comprendre les parts respectives de la grande échelle et des phénomènes locaux sur les climats régionaux et l'état du milieu marin, de quantifier leur interaction, et d'examiner la prévisibilité de la variabilité locale. Il est donc essentiel de repousser les limites des méthodes actuelles de descente d'échelles pour l'atmosphère, l'océan, la cryosphère et les continents. Les approches permettant de mieux relier grandes échelles et échelles régionales sont encouragées.

5- Mécanismes relatifs aux interfaces

L'objectif de cet axe est d'améliorer la compréhension des processus d'échanges de matière et d'énergie aux interfaces des enveloppes océan-glace-atmosphère-continents. Un accent particulier doit être porté sur la compréhension et la prévision des évolutions spatiales et temporelles des différentes composantes du cycle de l'eau, ainsi que sur les possibilités de changements abrupts, de forte amplitude et/ou irréversibles.

Ces activités de recherche reposent sur deux piliers méthodologiques fondamentaux :

Acquisition, développement, calibration et pérennisation des jeux de données

L'acquisition de mesures (campagnes de terrain, suivi environnemental, données paléoclimatiques, données des plateformes instrumentales, observations spatiales, production de réanalyses, etc.) avec une fréquence temporelle plus élevée et/ou une couverture spatiale plus dense, ainsi que l'acquisition de séries d'observations homogènes dans le temps et l'espace, constituent un pilier fondamental de l'activité de recherche en océan/atmosphère/cryosphère. Ainsi, une attention particulière sera donnée (1) aux projets favorisant le développement d'instruments, de méthodologies, et de proxys innovants; (2) aux projets proposant l'acquisition, la pérennisation, et la valorisation des jeux de données avec une mise à disposition en termes simples et facilement accessibles et (3) aux projets visant la mise à disposition de bases de données météorologiques, océanographiques et/ou climatiques ou la réalisation de synthèse d'observations spatiales ou temporelles.

Développement, amélioration et pérennisation des modèles

Une attention particulière doit également être portée à la modélisation pour comprendre et réduire les biais systématiques des modèles actuels, quantifier la fiabilité de ces simulations en fonction de leur usage, et ouvrir de nouveaux champs d'utilisation par l'amélioration de la représentation des mécanismes existants, l'introduction de nouveaux processus ou de nouveaux couplages et une meilleure prise en compte des petites échelles. Le développement, la mise à disposition et



l'utilisation d'une hiérarchie de modèles de différentes complexités pourront aussi être proposés. L'intégration de simulateurs d'observables pour des comparaisons plus rigoureuses avec des mesures directes est encouragée.

Dans le cadre des axes décrits plus haut, les projets proposant des **approches intégrées** de type processus / climat, recherche / opérationnel, ou instrumentation / observation / modélisation / théorie seront encouragés, ainsi que les efforts de coordination thématique à l'échelle nationale.

Certains verrous scientifiques nécessitant des actions ou des développements prioritaires ont été identifiés dans la **prospective OA** : http://www.insu.cnrs.fr/files/prospectivesoa_2017.pdf

Il est important que chaque projet ait des objectifs scientifiques réalisables à court terme sur la durée du projet, quels que soient les méthodes et les piliers sur lesquels reposent ces projets.

Action "Méthodes mathématiques et numériques" (MANU)

L'usage des "méthodes mathématiques et numériques (MMN)" au sens large est devenu indispensable pour l'étude de l'atmosphère et de l'océan, dans tous leurs aspects dynamiques, physiques, chimiques, et biologiques. Ces méthodes interviennent à tous les niveaux (modélisation, assimilation de données, quantification des incertitudes, analyse de données et apprentissage), et font appel à des notions mathématiques, algorithmiques et à des moyens de calcul de plus en plus sophistiqués. Les MMN ont permis ces dernières années des avancées scientifiques remarquables et l'amélioration des prévisions numériques dans de nombreux domaines OA, et leur rôle va encore s'amplifier dans les années à venir, ce qui en fait désormais un véritable sujet de recherche que cet Appel d'Offres propose de soutenir.

Le périmètre scientifique des projets attendus en réponse à cet appel d'offres LEFE-MANU peut être caractérisé par leur contenu méthodologique (comportant un fondement mathématique solide), éventuellement numérique (avec recours au calcul sur ordinateur), et générique (non totalement lié à une application ou un modèle spécifique). Ceci n'exclut bien sûr pas, bien au contraire, la présence d'un volet applicatif dans les projets, l'innovation pouvant émerger d'un domaine d'application spécifique. Les projets peuvent d'ailleurs être soumis conjointement à MANU et à une autre action de LEFE ou d'EC2CO. Ils peuvent également mentionner un lien éventuel avec les thématiques couvertes par le PNTS.

Les principaux axes de recherche auxquels on peut penser sont les suivants (ces points sont complétés par une liste de mots-clés disponible ici <http://www.insu.cnrs.fr/lefe/presentation-manu>, ceci à titre indicatif, sans caractère exhaustif) :

- **Modélisation** : approches mathématiques, numériques et stochastiques pour (1) améliorer les modèles physiques et mathématiques ; développer les méthodes permettant de mieux prendre en compte les différents types de couplages (échelles / milieux / physiques / domaines); (2) développer des approches « alternatives » (modèles de complexité réduite, approches mixtes déterministes/statistiques, paramétrisations...); et (3) analyser des systèmes dynamiques (p.ex. pour les modèles biogéochimiques).
- **Assimilation de données** : proposer de nouvelles méthodes d'assimilation de données. Progresser sur des difficultés méthodologiques récurrentes (modélisation des covariances d'erreur, prise en compte des biais et des erreurs modèles...) ou en forte émergence (traitement des fortes non-linéarités et de la non-gaussianité, application à des modèles et des observations multi-échelles et/ou multi-sources, prise en compte de nouveaux types de données comme les images...); estimer les paramètres d'un modèle; développer de nouvelles applications, notamment la prévision décennale et les projections climatiques; caractériser l'optimalité du triptyque modèle/données/méthode d'assimilation.
- **Quantification des incertitudes** : développer les méthodes (variationnelles et stochastiques) d'analyse de sensibilité afin d'identifier et de hiérarchiser les sources d'incertitudes (entre autres pour les sorties de modèles climatiques); mettre au point des méthodes de perturbation pour les systèmes d'assimilation et les simulations d'ensemble ; identifier et représenter les erreurs en modélisation directe et inverse (y compris pour les modèles (« opérateurs ») d'observation); utiliser des approches multi-modèles et travailler sur l'optimisation de systèmes d'observations.
- **Données, analyse et apprentissage** : exploitation de masses de données issues d'observations ou de sorties modèles (à l'aide d'outils nouveaux ou issus de disciplines extérieures à la communauté océan-atmosphère: statistiques avancées,

méthodes d'apprentissage, traitement du signal et des images, visualisation scientifique...) à des fins de classification, d'étude de processus, de paramétrisations, de développement de modèles de complexité réduite et pour des données complexes (grande dimension, chaos, extrêmes, non-stationnarités...).

- **Nouvelles technologies** : Développements d'algorithmes et utilisation d'outils adaptés aux nouvelles technologies logicielles et matérielles (supercalculateurs à 10^6 - 10^7 processeurs, GPU, entrées/sorties et stockage des données, nouveaux systèmes d'observations, langages dédiés...).