

19

Systeme terre :

Enveloppes superficielles

Président
Michel FILY

Membres de la section
Stéphane ALFARO
Sandrine ANQUETIN
Michel ARHAN
Yves BARBIN
Ilhem BENTALEB
François CARLOTTI
Cathy CLERBAUX
Rudolph CORVAISIER
Georges DURRY
Christophe GENTHON
Emmanuel LELLOUCH
Gurvan MADEC
Patrick MARCHESIELLO
Alain MARHIC
Laurent MENUT
Pascale ROY-DELECLUSE
Karine SELLEGRI
Christian TAMBURINI
Gérard THOUZEAU
Laurence VIDAL

Introduction

La recherche menée sur les thématiques océan-cryosphère-atmosphère relevant de la section 19 est très fortement structurée par l'INSU qui, en particulier, organise régulièrement des colloques de prospective. Le dernier colloque concernant OA a eu lieu à Lille en 2006. Le prochain colloque est en cours d'organisation, il aura lieu à Grenoble en février 2011 et apportera une vue globale du bilan et des perspectives bien plus complète que le travail que pourrait effectuer la seule section. Nous reprenons donc ici essentiellement les conclusions du dernier rapport car elles sont toujours d'actualité avec un réajustement en fonction des évolutions depuis lors, en particulier en ce qui concerne les moyens humains. Nous notons également qu'un important travail de prospective à long terme a été réalisé par le Conseil Scientifique du Département Planète-Univers au printemps 2007. Ce document est encore d'actualité et est complémentaire de la dernière prospective OA.

La section 19 inclue aussi la thématique planétologie, et pour ce thème le texte s'appuie essentiellement sur le travail réalisé par la communauté Astrophysique lors de ses journées de perspectives qui se sont tenues en 2009.

1 – Thématiques et priorités scientifiques

Océan-cryosphère-atmosphère

La première mission de la communauté scientifique concernée par les thématiques de recherche couvertes par la section 19 du Comité National est d'observer, comprendre et modéliser le fonctionnement de l'océan, de l'atmosphère et de la cryosphère. Au travers de leur couplage, il s'agit également d'étudier le fonctionnement du système climatique et des cycles biogéochimiques ainsi que leur évolution à différentes échelles de temps et d'espace.

Les connaissances ainsi acquises doivent également servir à proposer des réponses aux demandes sociétales très fortes concernant l'impact de l'activité humaine sur le devenir de la planète et plus concrètement sur le changement climatique, la biodiversité, la pollution atmosphérique, les ressources halieutiques, etc., en un mot la gestion durable de l'environnement.

Au cours des dernières années, les recherches menées sur le fonctionnement des enveloppes fluides (océan, atmosphère et cryosphère) ont été marquées principalement :

- par le développement de techniques

d'observations in situ (à la fois au niveau des capteurs qu'au niveau des engins porteurs) ou par télédétection de plus en plus performantes, tant en termes de nature des variables observées qu'en terme de couverture et résolution spatiales et temporelles. Les données issues des techniques de dernières générations permettent de mieux cerner l'importance de phénomènes à plus haute haute fréquences spatio-temporelles indispensables pour comprendre le fonctionnement des enveloppes fluides (méso-échelle atmosphérique et océanique, par exemple). La dernière décennie a été caractérisée par l'arrivée des satellites dédiés à l'observation de la Terre qui ont conduit à l'acquisition de jeux de données très importants tant en qualité qu'en quantité. Outre leur apport direct à l'observation des milieux, ces données ont modifié, par leur caractère global et temporellement récurrent, le lien existant entre observations et modélisation, notamment par le biais de l'assimilation de données. On notera également le renouvellement récent des avions de recherche et de l'instrumentation aéroportée ainsi que celui des navires océanographiques des stations marines ;

– parallèlement, ces communautés de recherche ont développé des modèles de plus en plus performants, couvrant une grande gamme d'échelles spatiales et permettant de décrire, et souvent de prévoir de façon opérationnelle, l'évolution de ces milieux. Les systèmes de modélisation MERCATOR (océanographie opérationnelle) ou PREV'AIR (prévision opérationnelle de la qualité de l'air) sont deux exemples typiques de ces avancées.

L'intégration des surfaces continentales, des surfaces englacées et des cycles biogéochimiques dans des modèles climatiques couplés océan-atmosphère-continent a conduit à l'élaboration d'outils permettant de mieux cerner le fonctionnement de la planète, en particulier de son climat, de sa dynamique naturelle (cycles climatiques, événements extrêmes, etc.) et surtout son évolution future sous l'effet des changements anthropiques. Les contributions très importantes apportées par la communauté nationale au récent rapport du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, en anglais IPCC) en sont une illustration.

Aujourd'hui, ces avancées majeures dans le domaine de l'observation et de la modélisation conduisent à une inflexion significative des priorités de recherche. D'une phase où l'essentiel du travail consistait d'une part à acquérir des données pertinentes permettant de quantifier et formaliser les processus mis en jeu et d'autre part à intégrer ces processus dans des outils numériques, les recherches futures, sans abandonner les études de processus encore mal compris, s'orientent vers la mise au point et l'application de méthodes permettant la qualification de ces outils et la réduction des incertitudes associées aux simulations. Ces démarches vont évidemment nécessiter des interactions fortes entre modèles et observations, via des techniques de haut niveau (assimilation de données, transferts d'échelle et paramétrisations associées, modélisation d'ensemble).

Par ailleurs, la démarche généralement adoptée dans les années passées, visant à traiter séparément les différents compartiments du système terrestre avant de les inclure

dans des modèles plus intégrés conduit nécessairement à des difficultés de représentation des interfaces, en particulier des processus propres à ces milieux de transition. Une attention particulière devra donc être portée à l'étude spécifique de ces interfaces, en considérant en particulier la nécessité d'étudier simultanément des processus dont les constantes de temps peuvent être très différentes. Ceci ne pourra se faire sans la mise en place de projets interdisciplinaires, nécessairement inscrits dans la durée.

Enfin, l'évolution prévue de notre environnement aura des conséquences majeures sur les conditions de vie des populations tant sur le plan de la santé publique (épisodes de pollution, période de canicule, tempêtes, etc.) qu'en terme économique (évolution des zones climatiques avec des impacts sur différentes formes d'exploitation de la productivité des écosystèmes (ressources vivantes et agricultures), la consommation d'énergie, le tourisme, etc.). Les scientifiques ont donc la responsabilité d'élaborer des outils fiables et opérationnels de diagnostic de l'évolution de ces milieux mais également d'assurer le couplage de ces outils « physiques » avec des modèles socioéconomiques permettant in fine une quantification fiable des risques et des coûts, au service de politiques environnementales raisonnées.

Une grande partie de ces préoccupations est partagée par d'autres pays. Le cadre européen, notamment au travers du programme GMES, devrait permettre une collaboration internationale efficace sur ces questions.

Quantifier et réduire les incertitudes sur la modélisation du système Terre, mieux prendre en compte les processus aux interfaces et développer des outils de gestion/observation de l'environnement sont donc les priorités affichées par notre communauté.

Les principaux efforts en terme de moyens à associer à ces objectifs sont de :

– maintenir à niveau nos outils de calcul pour rester compétitif au plan international. Ceci est indispensable si l'on veut conserver notre capacité à réaliser des simulations climatiques couplées et mettre en place les systèmes opérationnels de gestion de l'environnement. Il y a là un enjeu majeur qui dimensionnera fortement la capacité de la communauté nationale à se positionner au meilleur niveau international sur ces questions ;

– maintenir les capacités d'observations, fondements de nos disciplines. On mentionnera, en particulier, la nécessité d'assurer la pérennité des services d'observations à long terme et le soutien continu à apporter aux études en laboratoire ou in situ visant à améliorer notre compréhension des processus fondamentaux;

– étudier les processus aux interfaces nécessite, comme mentionné ci-dessus, la mise en oeuvre de campagnes interdisciplinaires inscrites dans la durée. Ceci est difficile à organiser et à réaliser sans une forte volonté politique. Le programme international AMMA, piloté par la communauté scientifique française, a été focalisée sur les interactions océan-surfaces continentales-atmosphère. C'est à la fois une réussite majeure de notre communauté en matière de multidisciplinarité et un exemple du type d'action à mener. Un programme du même type devra être nécessairement initié pour étudier spécifiquement les interactions continents-océans, des bassins versants

hydrographiques aux canyons des plateaux continentaux. Les chantiers Méditerranée et Arctique pourrait fournir des cadres pertinents à ce type d'études tout en favorisant la prise en compte des questions sociétales liées aux zones littorales ;

– maintenir et renforcer les nécessaires partenariats nationaux et internationaux. Depuis de nombreuses années, dans le domaine des sciences de l'environnement, l'INSU (et au travers de celui-ci le CNRS) a joué un rôle fédérateur essentiel. L'objectif était de mettre en oeuvre une stratégie de recherche basée sur un partenariat fort avec les autres organismes nationaux concernés (Universités, ADEME, CEA, CNES, Météo-France, IFREMER, INRA, IPEV, IRD, SHOM, etc.). Aucune des avancées mentionnées ci-dessus n'aurait pu avoir lieu sans cette programmation inter-organisme. Il est donc essentiel que ce partenariat (et les conditions pour le réaliser), très bénéfique pour la communauté scientifique, soit maintenu, voire renforcé. Par ailleurs, comme mentionné précédemment, les enjeux décrits ci-dessus sont des enjeux partagés par la communauté internationale au travers de programmes comme GEO, IGBP ou GMES. Les objectifs opérationnels en matière de gestion de l'environnement que se sont fixés ces programmes requièrent des recherches amont et des moyens importants qui ne pourront être mis en oeuvre sans une coopération internationale forte. La communauté française est scientifiquement au meilleur niveau international dans ces domaines et est positionnée pour assurer un rôle de pilote dans ces programmes. Il appartient maintenant aux organismes de recherche, et au CNRS en premier lieu, de lui fournir les moyens lui permettant d'assumer ce rôle initiateur et moteur au sein de ces programmes internationaux dont l'impact socio-économique sera très important ;

– assurer les moyens humains nécessaires à la réalisation de ces objectifs. En particulier, on doit souligner que la diminution continue des personnels ITA et IATOS dans les unités relevant de la division Océan-Atmosphère (OA) est très inquiétante pour notre capacité à assurer dans l'avenir la continuité de l'acquisition et du traitement des observations et le développement et la maintenance des modèles numériques.

Planétologie :

La planétologie comparée, et plus spécifiquement l'étude des atmosphères planétaires, est également l'une des thématiques relevant de la section 19. A l'interface avec certaines des activités de la section 17, cette recherche utilise des techniques observationnelles relevant de l'exploration spatiale et des outils de modélisation directement inspirés et dérivés des modèles terrestres. Du point de vue observationnel, les années en cours sont particulièrement riches, avec plusieurs missions spatiales actuellement en opération autour de Vénus, Mars, et du système Saturne/Titan. Le futur de l'exploration martienne est également prometteur avec à court et moyen terme la mise en service de Mars Science Laboratory et plus tard d'ExoMars, dont une partie des objectifs scientifiques seront clairement tournés vers l'exobiologie. De manière très générale, en termes de science atmosphérique, ces missions fournissent des champs de paramètres météorologiques de plus en plus complets et résolus dans le temps. Les modèles de circulation générale et de climat

de ces objets, dont les premiers développements à partir de codes terrestres datent des années 1990, permettant maintenant d'interpréter ces résultats observationnels dans une approche résolument comparative. La diversité et les similitudes des régimes de circulation et de processus physiques sont désormais évidentes, justifiant le développement en parallèle d'outils adaptés aussi bien au cas de la Terre qu'aux autres planètes (modèles méso-échelle par exemple). Dans le cas de Mars, la compréhension de la climatologie actuelle est suffisante pour que l'on puisse s'attaquer à la reconstitution du climat passé – là encore, les données spatiales fournissent de précieuses contraintes – avec confiance. Ceci permet d'aborder des questions fondamentales comme celle de l'habitabilité passée de Mars.

Les aspects liés à l'analyse des moyens humains disponibles et leur évolution, l'enseignement et le cadre international dans lequel sont menées ces recherches sont détaillés dans les chapitres suivants.

2 – Moyens humains et évolution

2-1 Unités de recherche

Nous disposons des chiffres donnés par la division Océan-Atmosphère de l'INSU, qui recouvrent pour l'essentiel les thématiques de la section 19 à l'exception de l'étude des atmosphères planétaires) ainsi que de ceux donnés par le Secrétariat Général du Comité National, eux-mêmes basés sur Labintel.

Liste des laboratoires relevant de la section 19 comme section principale.

Code unité	Sigle unité	Intitulé unité	
UMR1572	LSCE	Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement	SACLAY/GIF SUR YVETTE
UMR5110	CEFREM	Centre de Formation et de Recherche sur l'Environnement Marin	PERPIGNAN
UMR5183	LGGE	Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement	GRENOBLE
UMR5210	CRC	Centre de Recherches de Climatologie	DIJON
UMR5560	LA	Laboratoire d'Aérodynamique	TOULOUSE
UMR5566	LEGOS	Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiales	TOULOUSE
UMR5805	EPOC	Environnements et Paléoenvironnements Océaniques	BORDEAUX/TALENCE
UMR6016	L.A.M.P	Laboratoire de Météorologie Physique	CLERMONT FERRAND
UMR6017	L.S.E.E.T	Laboratoire de Sondages Electromagnétiques de l'Environnement Terrestre	TOULON
UMR6117	LMGEM	Laboratoire de Microbiologie, des Systèmes et d'Ecologie Marines	MARSEILLE
UMR6523	LPO	Laboratoire de Physique des Océans	BREST
UMR6535	LOPB	Laboratoire d'Océanographie Physique et Biogéochimique	MARSEILLE
UMR6539	LEMAR	Laboratoire des sciences de l'Environnement Marin	BREST (INEE)
UMR7093	LOV	Laboratoire d'Océanographie de Villefranche	VILLEFRANCHE SUR MER
UMR7159	LOCEAN	Laboratoire d'Océanographie et du Climat : Expérimentations et Approches Numériques	PARIS
UMR7583	LISA	Laboratoire Inter-universitaire des Systèmes Atmosphériques	CRETEIL
UMR7621	LOBB	Laboratoire d'Océanographie Biologique de Banyuls devenu Laboratoire d'Océanologie Microbienne	BANYULS SUR MER
UMR8105	LACy	Laboratoire de l'Atmosphère et des Cyclones	ST DENIS LA REUNION
UMR8187	LOG	Océanologie et Géosciences	WIMEREUX
UMR8190	LATMOS	Laboratoire Atmosphères, Milieux, Observations Spatiales	PARIS/GUYANCOURT
UMR8518	LOA	Laboratoire d'Optique Atmosphérique	LILLE
UMR8539	LMD	Laboratoire de Météorologie Dynamique	PARIS/PALAISEAU
URA1357	GAME	Groupe d'Etude de l'Atmosphère Météorologique	TOULOUSE
URA1875	CERFACS	Centre Européen de Recherche et Formation Avancée en Calcul Scientifique	TOULOUSE

Au 1er octobre 2008, 24 unités de recherche (22 UMR et 2 URA) étaient rattachées principalement à la section 19, au lieu de 25 en 2005. En 2009 on peut noter la création du LATMOS, issu du SA (Service d'Aérologie) et du CETP (Centre d'Etudes Terrestres et Planétaires). La situation est donc très stable avec très peu de petits laboratoires et donc relativement peu d'évolution à envisager à court terme. Il faut également ajouter une vingtaine d'unités supplémentaires (18 UMR, 1 UPR) pour lesquelles la section 19 est section secondaire. Ces dernières unités sont pour partie des unités rattachées à une autre section couvrant des thématiques de l'INSU (sections 17 et 18) mais on notera que près de la moitié de ces unités relève d'autres Instituts et en particulier de l'INEE (section 20) pour 5 d'entre elles. A contrario 6 unités sur 24 ayant comme section principale la 19 ont la 20 en deuxième. Il est probable que ce chiffre augmente, cela dénote l'intersection forte entre les deux sections 19 et 20, ainsi qu'entre les deux instituts INSU et INEE.

Une autre manière de voir l'interdisciplinarité est de regarder le nombre et le pourcentage des chercheurs 19 travaillant dans une unité dont la section principale est autre : 64 chercheurs sur 292, soit 22%, sont dans ce cas.

Aux UMR on peut rajouter 9 UMS dont 8 correspondent à des OSU et 1 à l'unité SAFIRE pour la gestion des avions, 3 UPS (CIRMED, CIRMAT et DT-INSU) et 2 FR (Station Biologique de Roscoff et IPSL)

2.2 Potentiel chercheurs

Concernant les chercheurs, par rapport à l'ensemble du CNRS la section 19 est relativement jeune et ne devrait donc pas voir de changements majeurs dans les années à venir.

	25 - 35 ans	35 - 45 ans	45 - 55 ans	55 - 65 ans	Total
Section 19	43 (15%)	98 (34%)	101 (35%)	50 (17%)	292
Total CNRS	14 %	30 %	32 %	24 %	11867

Dans les unités il faut enfin faire apparaître le poids important des chercheurs d'autres organismes :

- en premier lieu viennent les enseignants-chercheurs (EC) : environ 342 EC (recensement début 2010) sont rattachés aux laboratoires relevant de la section 19.
- le poids de l'IRD (47 chercheurs) devient important dans beaucoup d'unités et cela représente un phénomène très récent suite à la politique volontariste de l'IRD « d'UMRisation » de ses unités (par exemples : + 8 permanents au LOCEAN en 2009 ; +5 au LPO en 2008 ; 19 chercheurs et 9 ITA IRD pour le projet de labo MIO (Mediterranean Institute of Oceanography) qui sera présenté vague B à Marseille-Toulon)
- l'apport de Météo-France se fait presque exclusivement au travers du GAME et du CERFACS à Toulouse (77 chercheurs), celui du CEA (53 chercheurs) via le LSCE à Saclay et celui de l'IFREMER à Brest dans les unités de l'IUEM (6 chercheurs).

2.3. Potentiel Ingénieurs, Techniciens et Administratifs

Dans le cadre de la prospective INSU-OA, un rapport est en cours de rédaction par R. Bellenger et collaborateurs sur l'emploi IT à l'INSU. Un travail d'enquête approfondie est également en cours dans le cadre de la prospective Océan-Atmosphère. Ces études seront bien plus complètes et pertinentes que ce qui peut être fait dans le cadre de la section. Uniquement quelques éléments sont donc donnés dans le cadre de ce rapport.

Les chiffres nous ont été communiqués par R. Bellenger de l'INSU. Ils se réfèrent aux laboratoires de la division scientifique de l'INSU et reflètent la base LABINTEL à la date de février 2010 (il faut continuer de renseigner au mieux cet élément de référence). Ces laboratoires ne couvrent pas exactement les laboratoires dont la section 19 est principale. Il manque en particulier le LEMAR à Brest, le LOG à Wimereux et le CRC à Dijon. Il manque aussi la plupart des UMS (voir le 2.1.) Néanmoins les statistiques globales sont certainement valables pour l'ensemble des laboratoires de la section 19. Par contre il est difficile d'évaluer l'évolution globale depuis 2006 car les méthodes ont changé. Seule l'évolution pour les IT CNRS est connue avec suffisamment de précision.

En préambule, il est indispensable de rappeler que les IT forment, au même titre que les chercheurs et les enseignants-chercheurs, une composante indispensable de la recherche dans notre discipline où l'observation et la mesure, et donc les développements techniques associés, sont indispensables à l'avancée des connaissances. Le CNRS et ses personnels ont joué et doivent toujours jouer un rôle moteur et animateur dans l'évolution, le développement, et la transmission du métier d'ITA scientifique: mutualisation des connaissances et circulation des compétences nouvelles et aussi des hommes. Les personnels des autres organismes qui travaillent dans les labos se reconnaissent aussi dans la vie du centre et, en particulier les IATOS des Universités, souhaitent avoir un meilleur accès aux actions organisées par et pour les agents du CNRS (formation, ateliers,...)

Au total, pour les laboratoires OA, on recense à ce jour 603 IT pour environ 800 chercheurs tous organismes confondus. Le CNRS est bien le principal organisme qui y contribue avec 320 IT pour environ 300 chercheurs en section 19. Une politique soutenue de recrutement du CNRS dans ce domaine est donc déterminante pour nombre d'unités. Ensuite vient Météo-France (118 IT) dont les moyens humains sont presque exclusivement au GAME à Toulouse. L'Université n'arrive qu'en troisième position (76 IT) alors que plus de 300 enseignants-chercheurs sont rattachés à des unités OA. Comme dans le dernier rapport on ne peut donc que rappeler qu'il est primordial que l'Université développe son investissement en ITs dans les UMR. Les ITs du CEA (39) sont presque exclusivement rattachés au LSCE à Saclay. Comme pour les chercheurs une des évolutions importantes en cours est celle du rattachement des équipes IRD à des UMR de la section ; 22 ITs étaient issus de l'IRD en février 2010.

La pyramide des âges montre que les années à venir seront encore marquées par de nombreux départs. Le recours massif aux CDD (20% et plus, hors post-doc, d'après document en préparation pour la prospective OA), solution parfois acceptée «faute de mieux», produit souvent des pertes de compétences, un émiettement dans la vie technique des laboratoires, et un moindre investissement sur la culture professionnelle scientifique qui est un atout fort dans l'accompagnement de l'activité des chercheurs. Notre discipline demande le plus souvent une adaptation à la fois au travail de laboratoire, mais aussi au travail de terrain qui nécessite une grande autonomie des agents. La forte implication dans la vie des programmes de recherche est génératrice et mobilisatrice de cette autonomie.

En période de restriction d'embauche, la mutualisation des compétences techniques aux seins des équipes ou de laboratoires rapprochés est une idée de bon sens, il faut accompagner son expérimentation et vérifier ce qu'en sont les effets sur la qualité du travail (la réponse au besoin, la capacité d'initiative) et aussi sur le vivre des agents (attractivité, reconnaissance). Il est indispensable d'écouter les propositions des agents et de les associer dans la vie de notre discipline.

3 – Formation-Enseignement

Le domaine océan-atmosphère est un domaine de recherche relativement nouveau (quelques décennies) et son implantation dans les universités reste très hétérogène. Il est difficile de présenter une étude exhaustive de l'implication universitaire de ces disciplines, mais des indications peuvent être obtenues au travers :

- d'une analyse du dispositif universitaire (analyse « géographique » du nombre d'enseignants-chercheurs, de leur répartition, etc.) ;
- d'une évaluation de la contribution de nos disciplines à l'offre de formation des universités.

Les données proviennent essentiellement du MESR (étude mai 2010) et du CNU, section 37.

3.1 Le dispositif universitaire

Les laboratoires rattachés principalement à la section 19 sont répartis sur 14 villes universitaires sans changement notable par rapport à 2006. On peut quand même noter la montée en puissance de l'Université de la Réunion au sein de laquelle le LACy et l'OSU jouent un rôle majeur.

Le nombre d'enseignants-chercheurs, professeurs (PR) et maîtres de conférences (MC), dans les laboratoires est, en février 2010, de l'ordre de 300 auxquels il faut ajouter 25 personnels du corps du CNAP. Ce personnel universitaire n'est pas rattaché à une seule section du CNU. On les retrouve dans beaucoup de sections de chimie, physique, biologie, sciences de la terre, instrumentation, informatique, démontrant la pluridisciplinarité de ce domaine de recherche. Cependant, la section 37 du CNU rassemble la presque totalité des atmosphériciens, des glaciologues et des océanographes physiiciens, la section 67 rassemblant quant à elle la majorité des biologistes PU.

Au 31 décembre 2009, 182 EC étaient rattachés à la section 37 du CNU (62 PR et 120 MC). La grande majorité d'entre eux sont rattachés à des laboratoires relevant de la section 19 en section principale (148 dont 54 PR et 94 MC) ou en section secondaire (1 PR et 6 MC). Il s'agit donc d'un apport important qui peut participer potentiellement à l'enseignement de nos disciplines au sein de l'université, dont certaines, telle la biogéochimie marine, sont à l'interface de différentes sections du CNU.

3.2 L'offre de formation

Le nouveau dispositif Licence, Master, Doctorat (LMD) a été mis en place progressivement dans les universités françaises à partir de 2003. La nouvelle offre de formation en masters a souvent été une opportunité pour nos disciplines, en général attractives, pour occuper un nouvel espace dans l'offre universitaire de formation.

L'implication de nos disciplines dans la formation en Master est extrêmement diverse d'une université à l'autre. Suivant le poids des laboratoires (et de l'histoire), certaines universités proposent des Masters très bien adaptés à la formation souhaitée pour nos disciplines, tandis que dans d'autres, les formations sont soit pluridisciplinaires, soit plus généralistes, ce qui n'est pas, a priori, un handicap mais peut être, au contraire, une source de diversification des recrutements.

L'ensemble des Masters dispensés dans les 14 sites universitaires abritant les laboratoires rattachés principalement à la section 19 proposent 22 enseignements de spécialités qui correspondent en partie ou totalement aux domaines de recherche de la Section 19. Les 24 laboratoires de la division océan-atmosphère sont rattachés à une douzaine d'écoles doctorales. Sept de ces écoles doctorales (Île-de-France, Aix-Marseille, Brest, Grenoble, Montpellier, Perpignan, et Toulouse) sont très majoritairement PU (au lieu de 4 seulement en 2006), les autres étant pluridisciplinaires. Ces écoles doctorales d'étiquette PU sont donc en augmentation et correspondent à des sites où les laboratoires PU sont bien implantés.

En conclusion, les thématiques de la section 19, par nature non disciplinaires, constituent rarement des domaines d'enseignement de base dans les cursus universitaires comme peuvent l'être la chimie, la physique ou la biologie. Néanmoins, le nombre d'enseignants-chercheurs impliqués dans des recherches en océan-atmosphère est loin d'être négligeable mais la section CNU37 est également relativement petite.

Ceci permet de proposer une offre de formation au niveau Master et Doctorat relativement riche et cohérente au niveau national. La dimension « environnement » de ces filières est généralement forte et semble être un élément d'attractivité pour les étudiants. La tendance aujourd'hui est également de proposer des formations intégrées (droit-environnement, énergie-environnement, économie-environnement, etc.) qui sont souvent pilotées par des chercheurs ou ED d'autres disciplines mais font appel aux chercheurs et EC de la communauté OA. C'est un défi pour notre communauté de rester présent sur ces nouveaux enseignements.

4 – Structuration nationale et cadre international

4.1 Structuration nationale

Comme mentionné précédemment, la communauté nationale impliquée dans les thématiques océan-atmosphère-cryosphère est bien structurée, en grande partie grâce au rôle de coordination assuré par l'INSU. Bien évidemment, cette démarche inter-organismes est imposée d'abord par la nécessité de regrouper les forces pour mettre en œuvre les moyens lourds que demandent les sciences de l'univers en général. Pour l'océan, l'atmosphère et la cryosphère, ceci implique la mise en œuvre d'avions de recherche, de bateaux océanographiques, de satellites d'observation de la Terre, de stations de mesures pérennes, de bases polaires, de moyens de calcul et l'organisation de campagnes lourdes. Au-delà de la gestion coordonnée de ces moyens, l'INSU a, au cours des deux dernières décennies, fortement structuré la communauté Océan-Atmosphère en collaboration avec les autres organismes en développant une politique de programmes nationaux qui ont permis de regrouper l'ensemble des acteurs concernés (communauté scientifique, agences, ministères, etc.) pour définir conjointement des priorités et mettre en place les moyens d'action nécessaires. La nouvelle structuration du programme LEFE avec un portail unique, de nouveaux programmes comme ASSIM, sur l'assimilation de données, procèdent de cette démarche très constructive.

Tous ces éléments étaient dans le dernier rapport de conjoncture en 2006 et restent vrais. Cependant la situation a beaucoup évolué depuis et une nouvelle structuration se met en place à laquelle il faut être attentif.

Le premier élément important est la création de l'ANR qui a profondément modifié le paysage national. La communauté OA s'est évidemment investie pour obtenir les financements indispensables à sa recherche. Quelques appels d'offre étaient bien ciblés sur notre communauté avec toutefois une orientation marquée vers les impacts. Si cette démarche est souhaitable, elle est parfois trop restrictive et, heureusement, le pourcentage de programmes blancs a été revu à la hausse. L'autre biais est évidemment la durée des programmes qui n'excède pas 4 ans alors que de nombreuses recherches reposent sur la durée (observations sur le long terme, développement de modèles, organisation de campagnes lourdes). Un biais négatif peut alors être le développement de projets court-terme sans réelle stratégie long terme dans les unités de recherche, et qui multiplient les possibilités de CDD pour les jeunes sans possibilités de stabilisation ultérieure. On peut espérer que la création très récente de l'alliance AllEnvi permette de coordonner les actions des nombreux organismes impliqués et de proposer des appels d'offre qui répondent aux objectifs prioritaires de la communauté OA, et notamment sur certains grands chantiers (Arctique, Méditerranée, ...)

L'autre élément très important dont nous ne vivons que les prémices est la loi LRU. Si l'autonomie des universités est souhaitable elle va parfois à l'encontre des grands programmes de notre communauté qui sont pour la plupart

d'échelle nationale et internationale à cause des moyens lourds mis en jeu en termes d'acquisition des données (observations, campagnes, moyens d'analyse) ou de modélisation et de calcul. La modélisation du système terre par exemple ne peut qu'être un enjeu national.

Une réponse très positive de l'INSU a été le développement accéléré des OSUs lors des dernières années (de 17 à 24 environ). Les OSUs jouent le rôle d'un réseau national avec une très forte attache locale. En parallèle avec les OSUs le développement des SO (Services d'Observations) et des SOERE (Services d'Observations Recherche en Environnement) est un enjeu majeur pour notre communauté. Le développement relatif de la section SCOA (Surfaces Continentales Océans Atmosphère) en est une marque.

Enfin la création de l'AERES a également quelque peu modifié l'évaluation des unités. Le rôle des sections du CNRS (et parallèlement du CNU ou des comités similaires d'autres organismes) reste majeur et doit être maintenu car au-delà de l'évaluation d'une unité en propre, elles ont une vue plus globale au travers de l'évaluation de toutes les unités au cours d'un quadriennal et de tous les chercheurs tous les 2 ans. Elles peuvent donc à la fois situer chaque unité dans un contexte plus global et situer chaque chercheur au niveau local et national.

4.2 Structuration internationale

Comme indiqué précédemment, la recherche nationale est structurée en participant aux grands programmes internationaux en cours (programmes GEO, IGBP, IGAC, etc.), aux projets spatiaux coordonnés à l'échelle mondiale, aux réseaux d'observation intégrés et aux campagnes de mesures internationales. Les programmes nationaux (LEFE) ont également été structurés de façon à représenter un miroir national des grands programmes internationaux. L'IPEV joue un rôle important dans la structuration de la recherche polaire en France et a été particulièrement présent lors de la dernière Année Polaire Internationale qui a rassemblé un grand nombre d'équipes de la section 19 en particulier. Cette cohérence avec la programmation internationale (souvent établie sur une ou deux décennies) doit être maintenue et amplifiée. Ces dernières années la montée en puissance du projet EU-ESA GMES a structuré la communauté vers des applications plus opérationnelles, dans lesquelles se retrouvent les moyens d'observations sols, aéroportés et embarqués à bord de satellite. La communauté des modélisateurs est aussi très bien représentée dans ces projets (par ex. MACC, MyOcean), tant pour la modélisation globale que pour la modélisation régionale.

Dans les derniers rapports GIEC-IPCC et WMO/Ozone, on note une participation importante et en augmentation des chercheurs de la section, ce qui en retour a donné un coup d'accélérateur aux travaux de recherche relatifs au couplage des modèles atmosphère-biosphère et océans.

En ce qui concerne les missions spatiales, de nombreux chercheurs de la section sont PI de projets et l'expertise française est reconnue et recherchée (par ex. missions Mars, soleil, océan, végétation, pollution atmosphérique

et climat). Un indicateur indirect du dynamisme de la communauté française pour proposer des missions spatiales ou s'investir dans l'exploitation des données est le problème du « retour géographique ESA », qui a mis un embargo sur les contributions françaises ces dernières années.

En ce qui concerne les réseaux d'observation et les campagnes de mesures, les chercheurs jouent aussi un rôle moteur tant au niveau de la conception qu'à la réalisation de grands projets coordonnés au niveau international (par ex. campagnes AMMA, Polarcat ; réseaux ICOS-IAGOS, MOOSE).

ANNEXE

ANNEXE 1

ADEME Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
 AERES Agence d'Évaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur
 ANR Agence Nationale de la Recherche
 AMMA Analyses Multidisciplinaires de la Mousson Africaine
 CDD Contrat à Durée Déterminée
 CEA Commissariat à l'Énergie Atomique
 CIRMAT Comité Inter-Régional Manche-Atlantique
 CIRMED Comité Inter-Régional Méditerranée
 CNAP Conseil National des Astronomes et Physiciens
 CNES Centre National d'Études Spatiales
 CNRS Centre National de la Recherche Scientifique
 CNU Conseil National des Universités
 DT-INSU Division Technique-INSU
 EC Enseignant Chercheur
 ED Ecole Doctorale
 ESA European Space Agency
 ESF European Science Foundation
 EU European Union
 FR Fédération de Recherche
 GEO Group on Earth Observations
 GIEC Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
 GMES : Global Monitoring for Environment and Security
 IATOS Ingénieurs, Administratifs, Techniciens et Ouvriers de Service
 ICOS-IAGOS Integrated Carbon Observation System In-Serve Aircraft for a Global Observation System
 ICSU International Council of Scientific Unions
 IFREMER Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
 IGAC International Global Atmospheric Chemistry
 IGBP International Geosphere-Biosphere Program
 INEE Institut National Environnement et Ecologie
 INRA Institut National de Recherches Agronomiques
 INSU Institut National des Sciences de l'Univers
 IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change
 IPEV Institut Paul-Émile-Victor
 IPSL Institut Pierre Simon Laplace
 IRD Institut de Recherche pour le Développement
 ITA Ingénieurs techniciens administratifs

IUEM Institut Universitaire Européen de la Mer
 MACC Monitoring Atmospheric Composition and Climate
 MERCATOR GIP en Charge de la mise en œuvre de l'océanographie opérationnelle
 MESR Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
 MOOSE Mediterranean Ocean Observation System on Environment
 LEFE Les Enveloppes Fluides et l'Environnement
 OA division Océan-Atmosphère de l'institut INSU
 OSU Observatoire des Sciences de l'Univers
 PCRD Programme Cadre (européen) de Recherche et Développement
 Polarcat Polar Study using Aircraft, Remote Sensing, Surface Measurements and Models, of Climate, Chemistry, Aerosols, and Transport
 PU Planètes et Univers
 SAFIRE Service des Avions Français Instrumentés pour la Recherche en Environnement
 SHOM Service Hydrographique et Océanographique de la Marine
 UMR Unité Mixte de Recherche
 UMS Unité Mixte de Service
 UPR Unité Propre de Recherche
 URA Unité de Recherche Associée
 WCRP World Climate Research Program
 WMO World Meteorological Organisation