

Prospective 2006-2011

Une nouvelle organisation et de nouveaux moyens pour la recherche

Les grandes orientations scientifiques pour les 5-10 années à venir ayant été posées, la communauté s'est interrogée sur l'organisation et les moyens (humains et financiers) à mettre en oeuvre pour y parvenir.

I. Des programmes structurants, au niveau national et international

Si la communauté nationale est bien structurée, c'est en grande partie grâce aux programmes nationaux coordonnés par l'INSU, qui permettent de regrouper l'ensemble des acteurs concernés (communauté scientifique, organismes, agences, ministères, etc.) et ainsi de décider conjointement des priorités et de la mise en place des moyens d'action nécessaires.

Pour améliorer ce dispositif, la communauté a néanmoins estimé nécessaire de modifier les contours des programmes existants (Patom, PNCA, PNEDC, Proof...), lesquels ne répondaient plus aux enjeux scientifiques, de rendre leur fonctionnement plus efficace et attractif, de renforcer la pluridisciplinarité et de faciliter davantage les actions transverses. Ces constatations ont conduit à la création d'un programme national unique « Les enveloppes fluides et l'environnement » (LEFE) au fonctionnement simplifié. L'objectif de LEFE est de susciter et d'accompagner les recherches sur le fonctionnement de l'atmosphère et de l'océan, leur couplage et leurs interactions avec les autres composantes du système climatique (cryosphère, biosphère, hydrosphère), des points de vue dynamique, physique, chimique, biologique et biogéochimique, afin d'améliorer la compréhension du fonctionnement et des perturbations multi-échelles du Système Terre et de mieux prévoir les réponses aux forçages anthropiques.

Le programme LEFE est constitué de 4 programmes thématiques :

- Chimie atmosphérique (CHAT) ;
- Cycles biogéochimiques, écosystèmes et ressources (CYBER) ;
- Évolution et variabilité du climat à échelle globale (EVE) ;
- Interactions et dynamique de l'océan et de l'atmosphère (IDAO) ;

et d'un programme méthodologique « Assimilation de données ». En complément, le programme Amma est géré par une Action programmée inter-organismes (API).

Enfin, géré et coordonné par l'INSU, le Programme national de télédétection spatiale (PNTS) est résolument multi-organismes et ses actions peuvent concerner des thématiques telles que « Homme et Société ». Les activités du PNTS portent sur le développement des méthodes d'observation de la Terre et l'étude des données d'observation (et produits dérivés). Les techniques de mesure permettent de caractériser la surface, l'intérieur et les enveloppes fluides de la Terre. Les disciplines scientifiques concernées relèvent de l'étude des surfaces continentales, de la physique et de la biogéochimie océaniques, de l'atmosphère, de la terre solide et de la cryosphère, ainsi que de recherches dans le domaine des sciences humaines.

Cette structuration en programmes nationaux n'a pas d'équivalent pour le moment au niveau européen. L'INSU et ses partenaires se doivent donc de mener une réflexion sur les liens entre programmes nationaux, européens et internationaux.

En attendant, la recherche nationale sera poursuivie dans le contexte général des grands programmes internationaux sur les changements globaux (WCRP, IGBP, ESSP...), auxquels il est particulièrement clair que la dimension européenne doit être systématiquement intégrée, que ce soit *via* le PCRD, l'ESF ou l'ERC. La communauté envisage de s'investir pleinement dans l'ambitieux programme européen GMES, qui vise à :

- surveiller, prévoir ou anticiper les phénomènes naturels ou anthropiques ayant un impact déterminant sur les conditions de vie ou les risques ;
- aider à la décision de manière préventive ou en situation de crise ;

- disposer d'outils objectifs pour remédier aux atteintes portées à l'environnement et diminuer l'impact des risques.

La communauté scientifique dispose déjà d'outils assez différents, grâce à une coopération inter-organismes forte :

- **des programmes de recherche** visant à établir les bases scientifiques nécessaires à la compréhension des phénomènes et à l'élaboration d'outils pouvant devenir, à terme, opérationnels, comme les programmes inter-organismes gérés par l'INSU, les actions nationales de recherche soutenues dans le cadre des « Framework Programs » de l'Union européenne ou la participation aux grandes campagnes internationales qui ont vocation à assurer notamment cette tâche ;
- **des programmes plus appliqués** tendant à fournir de l'expertise ou à mener des études ciblées comme des analyses de scénarios, tels ceux mis en place par le ministère de l'Environnement et du Développement Durable (GICC, Primequal, Liteau...) ;
- **des systèmes d'observation *in situ* ou spatiaux** renseignant sur l'évolution des variables clés, assurant la surveillance du respect des normes ou permettant la détection de nouvelles perturbations, et auxquels les services d'observation labellisés par l'INSU ainsi que les réseaux opérationnels mis en place par les différents ministères ou organismes contribuent de façon plus ou moins directe ;
- **des systèmes intégrés** dans lesquels les outils de modélisation et d'observation sont combinés pour aboutir à de véritables systèmes opérationnels de gestion de l'environnement, qui nécessitent la mise en place de « consortiums » permettant d'associer l'ensemble des acteurs concernés (laboratoires, instituts appliqués, réseaux de surveillance, agences, ministères...) et dont les meilleurs exemples sont le système de prévision océanique Mercator-Océan et le système de prévision des pics de pollution atmosphérique Prev'air.

II. Des systèmes et moyens d'observation

Si l'expérimentation en conditions contrôlées au laboratoire, qui permet d'étudier les processus existants dans l'atmosphère ou l'océan, reste un point fort des disciplines évoquées ici, l'observation, qui permet d'acquérir des jeux de données sur une échelle de temps adaptée à l'évolution des systèmes étudiés, joue un rôle primordial. Il est en effet indispensable de pouvoir effectuer des campagnes de terrain, avec des instruments innovants déployés sur des plates-formes de type avion, bateau ou profileur (ballon, bouée, drone, glider...), et de pouvoir observer les différents milieux, à l'échelle globale notamment, en s'appuyant sur l'observation par satellite. Le volume d'information disponible devient alors tel qu'il est aussi nécessaire de pouvoir mettre à disposition ces données auprès de la communauté. Enfin, les moyens de calcul intensif constituent un outil indispensable aux travaux de modélisation du Système Terre pour étudier les couplages atmosphère-océan-biosphère et leur variabilité temporelle. L'ensemble de ces besoins représente un coût très important, souvent partagé par plusieurs organismes.

Les progrès dans ces domaines scientifiques dépendent donc de façon capitale des systèmes et moyens d'observation (plates-formes, instruments, réseaux), des moyens de calcul, des mesures en laboratoire, etc. Ces moyens d'observation font appel à un système d'organisation et d'évaluation inter-organismes spécifique et demandent un soutien très important de la part des organismes qui en sont responsables (Ifremer, IPEV, Météo-France, CNRS, CNES, etc.). Leur maintien et leur évaluation est un enjeu fondamental pour la communauté. Un état des lieux a été dressé et des recommandations sur les moyens à mettre en œuvre dans les 5 ans à venir, ou à plus long terme, ont été identifiées.

II.1. Les plates-formes d'observation

Les avions

La communauté dispose actuellement de trois vecteurs possibles : un turbopropulseur ATR-42 (Météo-France) avec une charge utile de 2 tonnes, un Falcon-20 (CNRS) pour les mesures en altitude et un bon rayon d'action et un Piper-Aztec (Météo-France) pour les études de pollution locale. Le service des avions



Avion de recherche Falcon 20. © CNRS

français instrumentés pour la recherche en environnement (Safire), une unité mixte de service (CNRS/INSU, Météo-France et CNES), regroupe désormais les moyens humains, financiers et les trois avions de recherche, avec pour mission de mettre en oeuvre ces avions et l'instrumentation qui leur est associée, dans le cadre de campagnes expérimentales de recherche.

À l'horizon 2009, la principale lacune en Europe restera l'accès à un avion à long rayon d'action et ayant une charge utile importante pour l'exploration de la basse troposphère. Un seul aéronef offre ces capacités aujourd'hui : le C130. En conséquence, la communauté française doit participer à la réflexion engagée au niveau européen pour la construction et l'opération d'un tel appareil.

Les ballons



Décollage sous ballon stratosphérique d'un instrument d'analyse *in situ*. © CNRS

L'emploi de ballons pour la recherche atmosphérique et astronomique a débuté en France au début des années 1960, avec le soutien important du CNES. Ces dernières années, les observations à partir de ballons ont continué de prouver leur utilité pour de nombreuses recherches, comme celles concernant la destruction de l'ozone stratosphérique ou la validation des mesures satellitaires de paramètres chimiques. Une des caractéristiques de l'activité depuis les années 1990 est son ouverture à l'échelle européenne avec un tiers des vols effectué dans le cadre de programmes européens.

Pour la chimie de la stratosphère, on peut prévoir une utilisation croissante de la télédétection depuis des ballons : ceci impliquera un double effort, d'abord de développement de nouveaux ballons pouvant embarquer une centaine de kilogrammes, puis de miniaturisation des équipements instrumentaux déjà existants.

On peut aussi prévoir que l'étude des couches limites atmosphérique et marine et de l'interface entre océan et atmosphère avec des petits ballons restera un sujet de recherche très actif. Enfin, on devrait désormais pouvoir caractériser l'environnement thermodynamique (pression, température, humidité et vent) à partir de sondes lancées depuis les ballons.

La flotte de navires océanographiques

La recherche en océanographie dispose actuellement de moyens lourds à la mer, gérés par l'Ifremer, l'IRD, l'INSU et l'IPEV et divisés en 4 grandes catégories : les navires hauturiers, les navires de façades côtières, les navires côtiers des stations marines et les engins sous-marins. Il faut ajouter à cela, la flotte hauturière du Shom, à laquelle cependant l'accès des scientifiques est limité. Pour la flotte hauturière : la remise à niveau à mi-vie de l'Atalante vers 2008 est en cours d'analyse ; le remplacement du Suroît vers 2012 et la remise à niveau du Marion Dufresne sont envisagés. Pour la flotte côtière, 3 navires de la façade atlantique arrivent en fin de vie (Côte d'Aquitaine, Thalia et Gwen Drez), tandis que certaines stations marines nécessitent une jouvence de leur flotte.

Une réflexion inter-organismes, soutenue par la communauté qui souhaite qu'un effort majeur soit opéré pour procéder au renouvellement progressif de cette flotte dans les 10 ans à venir, est en cours.



Navire de façade Côte de la Manche de l'INSU. © INSU

Les profileurs marins

Le développement de nouveaux vecteurs automatisés permettant d'effectuer des profils entre la surface de l'océan et plusieurs kilomètres de profondeur révolutionne notre capacité à ausculter les propriétés des masses d'eau. D'une part, le système Argo constitue désormais avec ses 3000 flotteurs (dont environ 10% sont français) la composante *in situ* essentielle du système global d'observation des océans, indispensable au développement d'une véritable océanographie opérationnelle (type Mercator-Océan). Le retour Argo sur la recherche est aussi fondamental en apportant une couverture cruciale de la température et de la salinité

dans des zones rarement couvertes par les trajets des navires océanographiques. L'utilisation de ce nouveau vecteur est fort prometteuse pour des variables biogéochimiques et biologiques comme l'oxygène ou la fluorescence. D'autre part, l'arrivée de profileur actif basé sur le principe du planeur marin (glider) apporte une dimension nouvelle, en ouvrant la possibilité de guider la trajectoire à distance ; de plus sa capacité d'emport est supérieure, ouvrant la voie à l'intégration de capteurs plus lourds et consommateurs, comme les analyseurs de nutriments. Le parc actuel de gliders, une demi-douzaine, devrait rapidement s'étoffer. Enfin, la valorisation de ces nouveaux vecteurs passe par un effort, important et coordonné, de miniaturisation des capteurs et d'intégration des instruments (cf. R&D ci-dessous).



Glider MFSTEP. © LOCEAN

II.2. L'instrumentation

Élément clé de la compréhension des processus à l'œuvre dans les enveloppes fluides du Système Terre, l'instrumentation s'appuie sur un ensemble de services complémentaires.

Les parcs d'instruments nationaux

La communauté des océanographes peut bénéficier, sous certaines conditions, des matériels de plusieurs parcs d'instruments à la mer : les parcs d'instrumentation océanographique de la division technique de l'INSU, de l'IRD et de l'Ifremer à Brest (courantomètres, pièges à particules, etc.), et le parc d'instrumentation lourde de l'Ifremer (sondeurs multifaisceaux, ADCP, pénétrateurs de sédiments, etc.). Les deux Comités interrégionaux (Méditerranée et Atlantique) possèdent également un parc d'instruments disponibles, en liaison avec l'utilisation des navires côtiers.



Ensemble de bouteilles pour le prélèvement d'eau à différentes profondeurs pendant la mission Keops. © CNRS Photothèque / Keops

Le maintien du parc d'instrumentation océanographique de l'INSU au meilleur niveau est une priorité. Un nouveau plan de jouvence, définissant les remplacements et les nouvelles acquisitions à effectuer, doit être lancé.

Les plates-formes d'analyse et les sites instrumentés

La communauté a accès à différents types d'équipements : des plates-formes d'analyse (ex. : spectrométrie de masse) et des plates-formes d'essai et de simulation (ex. : veine hydraulique, plaque tournante Coriolis). Elle peut aussi avoir accès à des sites instrumentés, dédiés :

- aux observations atmosphériques, comme la station Concordia au centre du plateau antarctique, le Site instrumental de recherche par télédétection atmosphérique (Sirta), la station du Puy de Dôme qui permet de déployer des instruments d'analyse *in situ* de l'atmosphère nuageuse, le site Lannemezan/Pic du Midi qui offre la possibilité d'associer à des mesures sur un site d'altitude (le Pic du Midi) des observations radars et radiométriques ou le site de l'Observatoire de Haute Provence qui associe un ensemble inégalé de mesures par télédétection optique à un radar stratosphère troposphère ;

La pérennisation de ces différentes plateformes est vivement recommandée par la communauté.

- à l'océanographie, les 14 stations marines (dont 5 Observatoires océanologiques) regroupées au sein du Réseau national des stations marines (RNSM) étant des lieux privilégiés pour disposer de laboratoires de terrain dédié à l'observation et à l'expérimentation.

Des efforts particuliers doivent être portés sur les équipements nouveaux et les jouvences, notamment de la flotte côtière (navire de station et de façade). Comme ces besoins sont souvent communs, une coordination avec les dispositifs parallèles de l'océanographie côtière opérationnelle qui sont placés sous la gestion des autres organismes nationaux (Ifremer et BRGM) est fortement recommandée.

La Recherche et Développement (R&D)

La R&D est indispensable pour faire émerger de nouveaux projets instrumentaux ou réduire les difficultés de leur conception, développement et réalisation, d'où l'importance d'une démarche active dans ce domaine dont voici quelques pistes de travail possibles :

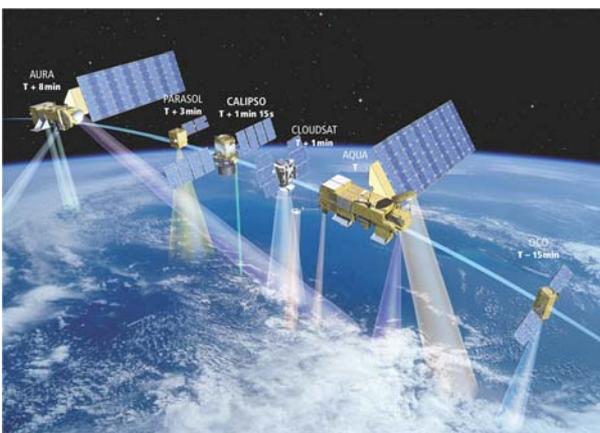
- perfectionner et développer les capteurs mis en place sur les plates-formes permettant une bonne couverture spatiale et temporelle (satellite, ballons longue durée, avions haute altitude ou avions commerciaux) ;
- développer l'observation dans le domaine de la télédétection (en développant notamment des radars fonctionnant à fréquences plus basses) et de la radiométrie micro-onde aéroportée ;
- développer l'adaptation de nouveaux capteurs dans le domaine des instruments aéroportés ;
- porter une attention particulière sur les nombreux capteurs miniaturisés, chimiques ou biologiques, existants, ou en cours de développement dans d'autres domaines (industrie chimique, médecine, agroalimentaire), mais aussi sur les nouveaux outils d'échantillonnage qui pourraient s'avérer à terme des outils pertinents en océanographie, en particulier sur les nouveaux profileurs (Argo, glider...) ;
- porter les efforts, dans le domaine de l'observation spatiale sur l'utilisation de satellites aptes à aider à mieux mesurer les interactions complexes entre aérosols, nuages et rayonnement, le cycle de l'eau et des précipitations, le champ de vent et la chimie atmosphérique, et dans le domaine océanographique sur les mesures de paramètres tels que la température de surface, les réflectances marines, l'état de la surface de la mer, l'altimétrie et la salinité.

II.3. Les services labellisés INSU

Depuis 1993, l'INSU a mis en place 8 services d'observation de l'atmosphère, 6 services d'observation de l'océan, 1 service d'observation du climat et 2 modèles informatiques (codes numériques communautaires) qui sont tous ouverts à la communauté, ainsi qu'un centre d'archivage et de traitement de données. Ces services, à vocation pérenne, sont généralement basés dans les Observatoires des sciences de l'Univers (OSU). Le potentiel humain associé à leur fonctionnement est important : il a été estimé lors de leur réévaluation en juin 2005, en équivalent temps plein, à 22 chercheurs, dont 9 du CNAP (Corps national des astronomes et physiciens), et à 43 ITA, dont 30 du CNRS. Un point très positif a été la création en 2005 et 2006 par la direction de l'Enseignement Supérieur d'un nombre significatif de postes CNAP, dont une partie va permettre d'améliorer l'animation et l'encadrement scientifique de ces services labellisés.

S'appuyant sur les recommandations de la Commission spécialisée « Océan-Atmosphère » (CSOA), l'INSU va poursuivre l'extension de son réseau de services et tâches d'observation : ainsi, deux nouveaux sites instrumentés et deux nouveaux codes communautaires devraient être labellisés en 2007. Une réévaluation quadriennale de ces services assure le maintien de leur qualité.

II.4. L'exploitation des données multi-sources



Formé en orbite héliosynchrone l'Aqua-train est une constellation de six satellites d'observation de la Terre (OCO (Nasa), Aqua (Nasa), Calipso (Nasa/Cnes), Cloudsat (Nasa/ASC)), remplissant chacun une mission différente dont les données combinées fourniront de précieuses informations aux scientifiques sur l'évolution du climat. © CNES

Au cours des dix dernières années, les recherches sur les problèmes géophysiques et environnementaux ont fait de plus en plus appel à des données d'origine et de nature très variées : données instrumentales locales, données de campagnes multi-instrumentales, données de satellites et sorties d'expériences de modélisation. La création de plusieurs bases de données, dont des centres thématiques préconisés lors du précédent exercice de prospective (Brest, 2000), a déjà été très profitable à la communauté. Ces centres thématiques sont les suivants : Ether (thématique chimie atmosphérique), Icare (thématique aérosols-nuages-rayonnement-eau) et Postel (thématique surfaces continentales). Il convient désormais de développer un nouveau centre dans le domaine de l'océanographie biologique, en coordination avec les moyens déjà mis en place efficacement pour l'océanographie physique, et de renforcer, coordonner et pérenniser les différentes bases de données pour en simplifier l'accès et l'utilisation. Enfin, pour les simulations de modèles, il

sera nécessaire de mettre en place un catalogue des simulations disponibles et les moyens d'y accéder.

II.5. Le calcul intensif

Une caractéristique primordiale du calcul intensif est le regroupement des chercheurs autour d'un petit nombre d'outils logiciels communautaires spécialisés, de taille quasi-industrielle, comme les modèles de circulation générale atmosphérique LMD-Z ou Arpège, le modèle atmosphérique de méso-échelle Méso-NH et le modèle de circulation générale océanique OPA, lesquels alimentent de plus en plus la recherche amont qui prépare les programmes de prévision opérationnelle (Mercator, Arome).

La tendance actuelle est d'aller vers une modélisation des systèmes naturels dans leur ensemble, qui prenne davantage en compte les possibilités de rétroactions multidisciplinaires et multi-échelles. Cela concerne principalement :

- l'étude de la variabilité climatique naturelle d'échelles décennales à millénaires et des scénarios d'impact de l'activité humaine ;
- la modélisation océanique à haute résolution ;
- les simulations atmosphériques à méso-échelle.

Cette évolution va imposer des capacités de calcul considérables, effort dans lequel le CNRS s'est déjà engagé (renouvellement du calculateur vectoriel de l'Idris en 2006). Cependant, il sera aussi nécessaire de rénover les moyens de calculs scalaires-parallèles nationaux et de pouvoir accéder à des machines de puissance supérieure et de classe mondiale (projet européen EU-HPC à 1 PétaFLOPS, soit 10^{15} (billiards), opérations à virgule flottante par seconde).



Le centre de calcul de l'Idris. © Idris

III. Des ressources humaines

III.1. Bilan des effectifs

La thématique « Océan-Atmosphère » est organisée autour d'unités de recherche et de service associant 14 universités à 2 établissements publics à caractère scientifique et technologique (CNRS, IRD), 2 établissements publics à caractère industriel et commercial (CNES, CEA), 3 établissements publics à caractère administratif (Météo-France, École Polytechnique, Shom), 2 établissements publics à caractère scientifique, culturel et professionnel (ENS, MNHN) et 1 société civile de recherche (Cerfacs). La communauté rassemble près de 900 chercheurs et enseignants-chercheurs. Par ailleurs, près de 860 ITA et IATOS (personnels ingénieurs, techniciens et administratifs) sont dans des unités de recherche relevant du domaine « Océan-Atmosphère ».

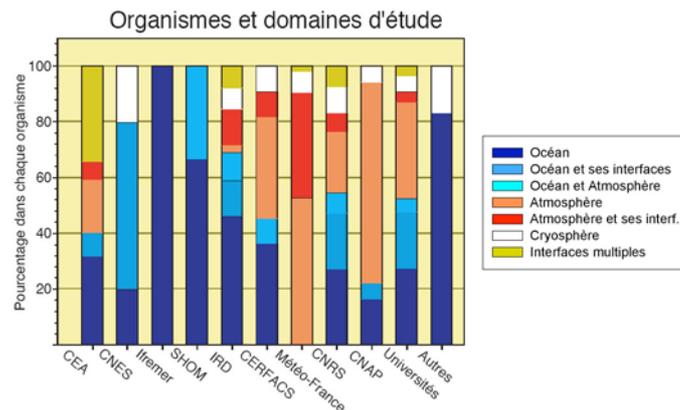
		CNRS		Enseignement supérieur		Autres organismes		CDD
		Chercheurs	ITA	EC	IATOS	Chercheurs	ITA	ITA
Unités OA	Section 19	229	424	188	234	134	199	150 (2)
	Autres sections	51		48		28		
	Non précisé			37		20		
Unités non OA	Section 19	29	(3)	22	(3)	2	(3)	(3)
	Autres	5		8		2		
	Non précisé			4				

Le CNRS et l'Université représentent respectivement 45% et 33% des personnels. Les proportions de chercheurs (11%) et d'ITA (11%) relevant des autres organismes sont équilibrées, Météo-France et le CEA comptant le plus grand nombre de personnels, toutes catégories confondues.

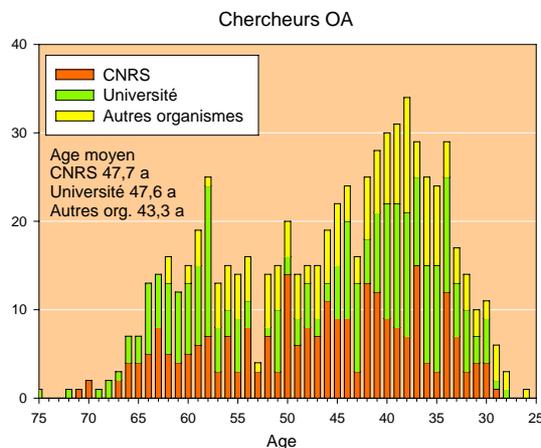
À effectifs de chercheurs comparables, le ratio moyen ITA-chercheurs pour les universités (0.7) est significativement inférieur à celui du CNRS (1.3). Il est également inférieur à celui des autres organismes (≈ 1). Pour la plupart des unités, le ratio est nettement inférieur à 1, quel que soit l'effectif total.

III.2. Effectifs chercheurs

Comme illustré ci-dessous, les différents organismes ne s'impliquent pas de la même façon dans les différents domaines de recherche : certains sont centrés sur le domaine océanique (Shom, Ifremer, CNES), d'autres sur l'atmosphère (Météo-France), les chercheurs du CNRS, du CEA, de l'IRD et de l'Université étant répartis de façon plus équilibrée. La majorité des chercheurs CNAP associés aux Services d'observation travaille sur l'atmosphère.

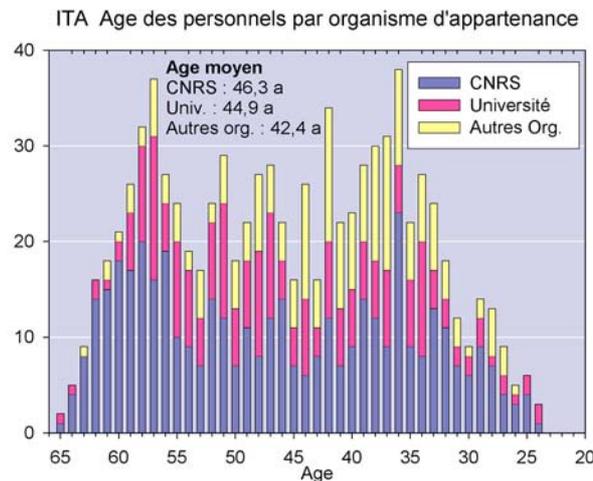


L'analyse de la pyramide des âges souligne le rajeunissement significatif apporté par les organismes autres que l'Université et le CNRS, ces deux derniers exhibant dans la tranche d'âge 55-65 de forts effectifs à renouveler. À l'horizon 2015, on constate que les différents domaines de recherche auront perdu en moyenne 24% de leurs effectifs, le domaine le plus pénalisé étant « Océan-Atmosphère » avec 34% de perte ; les expérimentateurs seront les plus touchés, avec en moyenne 36% de perte, ces pertes étant les plus fortes dans les sciences de l'atmosphère ($\approx 40\%$) et de la cryosphère ($\approx 60\%$).



III.3. Effectifs ITA et IATOS

La répartition entre les différents grades des 857 agents permanents, tous organismes confondus, est relativement homogène, avec $\sim 17\%$ d'IR, 26% d'IE, 11% d'AI, 28% de techniciens et 21% d'adjoints techniques (ADT) et d'adjoints administratifs (AJA). La distribution des âges des ITA-IATOS fait clairement apparaître le vieillissement très marqué des personnels CNRS et universitaires par rapport à ceux des autres organismes. En 2015, les catégories les plus touchées par les départs en retraite seront les ingénieurs (IR, IE) et les techniciens. On prévoit une moyenne de 50% de départs. Cette érosion est des plus alarmantes pour cette discipline où l'observation et le développement instrumental sont fondamentaux.



III.4. Conclusions

La communauté scientifique « Océan-Atmosphère » va évoluer dans les années qui viennent avec le départ de nombreux ITA-IATOS et chercheurs. Or, s'ils ne sont pas anticipés, ces départs auront des conséquences importantes sur les activités de recherche. En outre, les thématiques ayant elles aussi évolué rapidement, des besoins nouveaux sont apparus qu'il faudrait prendre en compte.

L'analyse des effectifs et de leur évolution prévisionnelle ayant été menée, elle doit permettre de mettre en place un plan pluriannuel de recrutement. À ce titre, la formation de nouveaux chercheurs et ingénieurs est cruciale. La section 19 du Comité National (Système Terre : enveloppes superficielles) est consciente de ce problème et veille à cibler les recrutements de chercheurs de manière adéquate. Toutefois, un très fort accroissement du nombre de postes budgétaires sera nécessaire dans les 10 ans à venir.

Des efforts restent également à faire au niveau de la formation. Relativement nouveau, le domaine de recherche « Océan-Atmosphère » n'est implanté que dans un nombre limité d'universités. Il faut veiller à lui donner une bonne visibilité, en continuant à développer et soutenir les enseignements des masters identifiant clairement ses thématiques dans leurs filières d'enseignement et à s'insérer dans des écoles doctorales affichant clairement cette identité.

IV. Des moyens financiers

Le budget annuel de la recherche française dans le domaine « Océan-Atmosphère » est d'environ 180 millions d'euros, hors les investissements lourds nécessaires aux très grands équipements (satellites, bateaux et avions). Il se répartit schématiquement de la manière suivante :

Actions nationales coordonnées

Programmes inter-organismes	5 M€	50% INSU
Flotte océanographique	~ 10 M€	20% INSU
Flotte aéroportée	~ 2 M€	30% INSU
Services et Sites d'observation	~ 5 M€	30% INSU
Soutien à la recherche liée aux missions spatiales	~ 5 M€	100% CNES
Soutien à l'instrumentation	~ 5 M€	30 % CNRS et INSU

Unités de Recherche

Masse salariale	~ 120 M€	75% permanents 25% en thèse, postdoc, accueil et CDD
Soutien de base aux unités	~ 10 M€	40% CNRS
Autres ressources (ANR, UE, Régions...)	~ 20 M€	30% ANR