

## **Lettre de prospective résultant des discussions effectuées lors de l'atelier thématique<sup>1</sup> intitulé : « Interactions à l'interface océan / atmosphère / cryosphère dans l'océan Austral – observation, modélisation et analyse d'impacts », effectué lors des 12<sup>èmes</sup> journées scientifiques du CNFRA<sup>2</sup>**

Le système climatique austral a rapidement changé aux cours des dernières décennies : réchauffement régional de l'atmosphère, réorganisation des vents associés à une intensification du mode climatique « annulaire austral », réorganisation spatiale de la glace de mer, acidification, réchauffement et désalinisation océanique, réduction de la population de krill, fonte de certains glaciers flottants, et accélération de l'écoulement d'importants glaciers de l'Antarctique de l'Ouest et de la Péninsule. Ces changements du système climatique austral ont un impact planétaire. Par exemple, les changements océaniques peuvent affecter la capacité future de l'océan austral à absorber la chaleur et le carbone atmosphérique, et in fine, sa capacité à faire tampon au changement climatique (il absorbe à l'heure actuelle environ 50% de carbone océanique anthropique, et de plus de 75% de chaleur océanique anthropique) ; l'évolution du bilan de masse du continent antarctique a un impact majeur sur l'élévation future du niveau des mers, et représente une des incertitudes principales dans les prédictions de l'impact sociétal du changement climatique associé à la montée des océans. Il est suspecté que de tels changements ont eu lieu dans le passé en réponse à des forçages naturels paléoclimatiques, engendrant des déséquilibres majeurs du climat terrestre. Il est urgent de comprendre les évolutions actuelles, forcées aujourd'hui par des phénomènes anthropiques, à la lumière des événements paléoclimatiques.

Les changements atmosphériques, océaniques et de la cryosphère sont intrinsèquement couplés/inter-reliés et doivent être abordés conjointement. Ceci représente un défi majeur pour les recherches en Antarctique car la région d'étude à traiter pour aborder l'ensemble du système s'étend sur une large gamme de latitudes, des régions subtropicales jusqu'au pôle Sud. En ce sens, la France a un atout majeur et unique pour étudier le système climatique austral, avec une distribution historique des bases nationales permettant un suivi pratiquement continu du Nord au Sud en Antarctique de l'Est : depuis l'île de la nouvelle Amsterdam à 37°S, jusqu'à la base de Dôme C, à 75°S. Cette distribution des bases offre un potentiel de suivi du système climatique au passage des divers fronts océaniques, jusqu'aux côtes de l'Antarctique, puis sur l'ensemble du continent (côte, plateau et transition entre ces deux zones).

Nous considérons que ce potentiel unique de la recherche française doit absolument être reconnu et valorisé. Pour avancer sur notre compréhension du système climatique austral et sur son impact planétaire, il est urgent de soutenir, sur des sites clés, des projets intégrateurs, interdisciplinaires, sur les processus. Les projets devront associer l'ensemble des composantes du milieu (océan, glace, atmosphère) car le système ne peut être compris que s'il est étudié dans sa globalité. L'analyse des processus et des variations récentes devra être mise en perspective par rapport aux données anciennes, paléoclimatiques.

---

<sup>1</sup> Nombre de participants inscrits à l'atelier : 95 personnes

<sup>2</sup> Comité National Français des Recherches Arctiques et Antarctiques

L'Antarctique de l'Est (i.e. sur le secteur compris entre 45°O et 168°E) représente un laboratoire naturel extrêmement intéressant pour une telle analyse intégrée du système climatique austral. La région et les océans qui l'entoure présentent une large gamme de régimes dynamiques, avec des régions présentant des extrêmes en terme d'intensité de courants et de turbulences océaniques et atmosphériques, associée à une vive activité biologique (Crozet ; Kerguelen). Les interactions air-océan-glace sont intenses dans cette région clé pour la formation d'eau de fond et pour les écosystèmes (zone marginale des glaces, Terre adélie ; Glacier du Mertz). Enfin, bien que supposée stable, la calotte de l'Antarctique de l'Est présente un potentiel de contribution à l'élévation du niveau des mers largement supérieur au reste du continent. L'accès unique de la France à ce vaste laboratoire naturel austral permettra de répondre à un ensemble de questions urgentes que nous regroupons, de manière non exhaustives, sous les points ci-dessous :

- Comment les écosystèmes polaires se singularisent-ils dans des habitats aussi contrastés que des régions océaniques frontales ou des polynies ; à quel point ces écosystèmes sont-ils fragiles ?
- Comment les différents régimes dynamiques de l'Océan Austral se traduisent-ils en termes de cycle saisonnier de l'océan, et de son couplage avec l'activité biologique ?
- Comment le fonctionnement et l'intensité de la pompe de carbone océanique diffère-t-elle d'une région subtropicale ou Subantarctique, à une région polaire ?
- Quelles sont les interactions air-océan-glace au niveau du continent Antarctique qui façonne la production d'eau de fond océanique et fonde les glaciers flottants ?
- Quelles sont les échelles caractéristiques des variations du climat et des débits de glace du continent Antarctique ?
- Quelles sont les variations rapides, décennales du climat sur le dernier millénaire (impact des volcans, changements brutaux de circulations, etc.)
- Quand le changement climatique anthropique sera-t-il indéniablement visible (e.g. sur les températures, les précipitations, les débits de glace vers l'océan) en Antarctique de l'Est ?

Il est nécessaire, pour répondre à ces questions, de mettre en place, de renforcer, ou de pérenniser des observations coordonnées du système climatique austral pour discerner la variabilité climatique naturelle (et les modes de variation chaotique à l'échelle régionale) des conséquences des forçages anthropiques : mesures océanographiques/hydrologiques sur navire, classique ou par véhicule téléguidé (ROV) pour les régions sous-glaciaires ; instrumentation d'animaux ; observation acoustique des écosystèmes ; développement de l'utilisation des outils de traverses terrestres et de plateformes autonomes depuis les bases d'Antarctique (p.ex. glider) ; mise en place d'outils de validation de satellite (p.ex. niveau des mer, précipitations, épaisseur de glace) ; obtention d'archives (glaciaires, sédimentaires, géomorphologiques) au-delà du million d'année ; travail à haute résolution (annuelle) sur le dernier millénaire.

Dans ce cadre, l'existence de moyens humains pérennes permettant des observations y compris en hiver doit être soutenue. Pour la réalisation de mesures océanographiques à proximité du continent, l'ouverture d'un guichet permettant de financer des campagnes sur les brises glace Européens est indispensable. Soutenir et améliorer les conditions d'obtention de « temps bateau » sur les bateaux de la flotte nationale permettant des accès à cette zone (Astrolabe, Marion Dufresne, Curieuse) est aussi primordial. Dans un contexte de logistique et de programmation des moyens, disposer d'un

interlocuteur unique et connaissant le monde polaire (IPEV) est aussi à renforcer. Plus largement, la réalisation de mesures « circumpolaires » serait aussi souhaitable et l'initiative Polar Pod, si elle arrive à son terme, constitue une opportunité exceptionnelle. La diffusion des données, la convergence vers des bases de données communes avec des interfaces simples doit être effectuée. Cette approche doit inclure non seulement les Services Nationaux d'Observation mais aussi les zones ateliers Antarctique et Subantarctique afin de proposer des évolutions des activités labélisées en phase avec les questions scientifiques.

L'amélioration des modélisations régionales couplées (océan, atmosphère, glace terrestre et glace de mer), basées sur une représentation physique fine des processus (modélisation des nuages aux hautes latitudes, neige soufflée, rhéologie de la glace de mer, résolution des petits tourbillons océaniques, des bassins sous-glaciaires, débiaisage des simulations futures, etc.) doit également être une priorité pour orienter au mieux les expériences de terrain (détermination de sites et de variables à analyser en priorité), et en retour améliorer le réalisme des modélisations climatiques dans ces régions. Ce manque de réalisme reste l'une des principales limites de nos prédictions climatiques planétaires.

Il existe en France une importante communauté, active aux hautes latitudes australes, avec une grande diversité d'approches reconnue sur le plan international. Nous souhaitons que soient favorisés des lieux et des moments de discussion au sein de cette communauté afin de faire émerger et soutenir des projets de recherche ambitieux.