

Prospective Polaire **2025-2035**

SYNTHÈSE



**AGENCE
DE PROGRAMME
CLIMAT,
BIODIVERSITÉ
ET SOCIÉTÉS
DURABLES**

Préambule

La stratégie polaire française, présentée en 2022, a fixé parmi les engagements du Gouvernement le développement d'un programme structurant de recherche aux pôles, à la hauteur des enjeux climatiques, environnementaux, géopolitiques et sociétaux liés à ces régions. Ce programme, élaboré par la communauté scientifique nationale, est détaillé dans le présent exercice de prospective, fruit d'un travail collectif et interdisciplinaire mené sous l'égide du CNRS et de ses partenaires.

Cette ambition a reçu une reconnaissance politique majeure lors du *One Planet Polar Summit* organisé en novembre 2023 à Paris, où le Président de la République s'est engagé au financement de ce programme. L'enveloppe budgétaire de 100 millions d'euros sur dix ans, portée par la communauté scientifique, s'inscrit pleinement dans l'effort national d'un milliard d'euros annoncé à l'horizon 2030, comprenant les rénovations des stations antarctiques, la mise en service d'un nouveau navire, les investissements déjà engagés, ainsi que le soutien à la recherche.

La présente synthèse vise à traduire cette ambition en orientations concrètes, à structurer la recherche polaire française autour d'un programme cohérent, interdisciplinaire et tourné vers la coopération internationale, notamment dans la perspective de la Décennie mondiale des sciences de la cryosphère (2025-2034), de la 5e Année Polaire Internationale (2032-2033) et de l'initiative Antarctica InSync.

Olivier Poivre d'Arvor, Ambassadeur et envoyé spécial du Président de la République pour les pôles et les océans

Introduction

Réalisée par les partenaires de l'agence de programme à la demande du Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, la prospective scientifique polaire est le fruit d'un travail collectif qui a mobilisé les experts scientifiques du domaine pendant près de six mois.

Les propositions qui en découlent permettront d'inscrire l'ambition de la France dans la durée, en maintenant la place internationale que la recherche polaire française occupe depuis plusieurs décennies.

Les défis sont nombreux, scientifiques, logistiques mais aussi diplomatiques. Cette prospective vise plusieurs objectifs : proposer des programmes scientifiques ambitieux et interdisciplinaires, renforcer l'opérateur polaire national IPEV dans ses missions logistiques et recommander des investissements prioritaires pour les capacités logistiques tant dans les bases que dans les moyens à la mer.

La réalisation et la mise en œuvre de ces propositions, ambitieuses mais réalistes, nécessiteront un engagement pluriannuel de l'État qui, s'il est validé, permettra de positionner la France au meilleur niveau en vue de l'année polaire internationale en 2032.

Antoine Petit, Président de l'agence de programme Climat, biodiversité et sociétés durables
Président-Directeur Général du CNRS



Sommaire

Les pôles : des bouleversements accélérés et des impacts planétaires	06
Les défis géopolitiques d'un monde polaire en mutation	07
Vers l'Année polaire internationale 2032-2033	08
La France, acteur clé de la recherche polaire mondiale	09
Les défis logistiques de la recherche polaire	10
L'IPEV, acteur indispensable à l'avenir de la recherche polaire française	11
Arctique, Subantarctique et Antarctique : 15 défis scientifiques face aux bouleversements climatiques et environnementaux	12
Arctique	12
Subantarctique	14
Antarctique	15
Pour une approche unifiée de la recherche polaire	16
Vers un programme national structurant	18
5 priorités	19

Les pôles : des bouleversements accélérés et des impacts planétaires

Les régions polaires subissent des transformations rapides et inédites sous l'effet du changement climatique et de l'accroissement des activités humaines, avec des conséquences majeures sur les écosystèmes, les populations locales et l'évolution climatique globale. Ces changements plus rapides qu'anticipés soulignent la nécessité d'intensifier la recherche pour mieux en comprendre la dynamique et les impacts.

L'Arctique se réchauffe trois à quatre fois plus vite que la moyenne mondiale, entraînant une fonte accélérée de la cryosphère, la multiplication des incendies (comme ceux observés au Canada en 2023) et des changements dans le cycle de l'eau et du carbone qui impactent les écosystèmes. **En Antarctique, le recul spectaculaire de l'extension de la banquise depuis 2016** témoigne d'une évolution soudaine et majeure de l'environnement des régions australes. Autre phénomène alarmant, le virus hautement pathogène de la **grippe aviaire** a récemment touché des colonies d'oiseaux et de mammifères marins des régions subantarctiques et arctiques, illustration des catastrophes écologiques qui accompagnent le changement climatique.

Ces bouleversements ont des répercussions globales. **L'élévation du niveau de la mer** s'accélère sous l'effet de l'accumulation de chaleur océanique — dont la moitié dans l'océan Austral — et de la fonte des glaciers du Groenland et de l'Antarctique. L'essentiel des changements observés est plus précoce et **plus rapide qu'anticipé**, soulignant la nécessité d'intensifier la recherche pour mieux comprendre et prévoir ces évolutions.

Face à ces enjeux, **une approche scientifique intégrée** entre l'Arctique, le Subantarctique et l'Antarctique est essentielle, combinant **modélisation, expérimentation, observations de terrain et savoirs autochtones**. L'enjeu est de construire des stratégies d'adaptation et de préservation à toutes les échelles — locale, nationale et internationale en s'appuyant sur une coopération scientifique renforcée.

Rivière drainant un lac formé à la surface de Zachartae Isstraeti.
© Romain MILLAN / Anders Anker BJORCK / IGE / University of Copenhagen / CNRS Images

Les défis géopolitiques d'un monde polaire en mutation

Les mutations des régions polaires s'inscrivent dans un cadre géopolitique complexe où se mêlent enjeux environnementaux, économiques et stratégiques. Dans ce contexte, la diplomatie scientifique joue un rôle clé.

Les pôles sont au cœur des grands accords internationaux, comme l'Accord de Paris sur le climat ou l'Accord de Kunming-Montréal sur la biodiversité. Cependant, les tensions croissantes entre grandes puissances mettent à l'épreuve la coopération internationale. La guerre en Ukraine a entraîné une mise en pause des collaborations scientifiques françaises et européennes avec la Russie, tandis que l'incertitude plane sur la politique climatique et écologique des États-Unis, le respect des souverainetés et des frontières, et le futur de la recherche américaine.

L'Arctique a toujours été un espace stratégique au cœur d'enjeux économiques et militaires. Aujourd'hui on assiste à une intensification de ces enjeux avec des tensions autour de l'exploitation des ressources naturelles (terres rares en particulier) et un retour de la compétition pour le contrôle des routes maritimes rendues plus accessibles par la fonte de la banquise. Les États-Unis renforcent leur présence dans la région, exerçant des pressions croissantes sur le Canada et le Groenland et prévoyant d'intensifier l'exploitation des ressources en Alaska. Une opportunité se dessine pour la France et l'Europe de construire une vision commune avec leurs partenaires pour une gestion durable et une plus grande stabilité géopolitique de l'Arctique.

Le Traité sur l'Antarctique, garant de la protection de cette région unique, fait face à des pressions croissantes. La Chine et la Russie manifestent un intérêt accru pour l'exploitation des ressources. Les pressions sont telles qu'elles entraînent des questionnements sur la gouvernance de la région. L'intensification des activités de tourisme et d'exploitation des ressources menées par des acteurs privés accentue les tensions. Enfin, l'émergence du débat sur la géo-ingénierie polaire, avec des propositions visant à manipuler le climat pour ralentir le réchauffement des pôles et la fonte des glaces, soulève des questions éthiques et géopolitiques. Qui aurait le droit de mener de telles expériences, à quel coût et dans quel cadre de gouvernance ? Quelles en seraient les conséquences et les risques ?

L'histoire a montré que la coopération scientifique ne connaît pas toujours des ruptures radicales, même en situation de tensions, comme en témoignent certaines périodes de la Guerre froide pendant lesquelles des échanges scientifiques ont parfois pu avoir lieu. Aujourd'hui, plus que jamais, la diplomatie scientifique apparaît comme un levier essentiel pour préserver la stabilité et la paix dans les régions polaires, tout en construisant une résilience face aux défis climatiques, environnementaux et sociaux en cours et à venir.

Détail d'un iceberg © Erwan AMICE / LEMAR / CNRS Images

Vers l'Année polaire internationale 2032-2033

Décennie des sciences océaniques pour le développement durable, Décennie d'action pour les sciences de la cryosphère, Année polaire internationale... ces initiatives en cours représentent des opportunités pour renforcer la coopération et intensifier la recherche sur les pôles.

Depuis 1882, les Années polaires internationales (ou *International Polar Year* - IPY) ont marqué des avancées majeures. Sa cinquième édition (IPY-5, 2032-2033) sera une opportunité pour intensifier la recherche sur les pôles, mieux comprendre leurs transformations et renforcer les liens entre science, société et politique. IPY-5 culminera en 2032-2033, mais sa préparation a d'ores et déjà démarré à travers la Décennie d'action pour les sciences de la cryosphère ou le programme Antarctica InSync (2027-2030) qui sera une contribution internationale essentielle. IPY-5 et les programmes qui y seront associés représentent donc une opportunité rare pour la France de jouer un rôle majeur dans la recherche polaire, d'influencer les décisions internationales et d'amplifier son engagement pour la protection des régions polaires et du climat global.

Par ailleurs, les Nations Unies portent plusieurs initiatives majeures pour mieux comprendre et protéger les régions polaires.

- **La Décennie des sciences océaniques** pour le développement durable (2021-2030) met en avant le rôle des océans polaires dans la régulation du climat et de la biodiversité.
- **La troisième conférence des Nations Unies** sur les océans (UNOC), qui aura lieu en France en juin 2025, sera un moment important pour renforcer la coopération internationale sur les enjeux océaniques.
- **La Décennie d'action pour les sciences de la cryosphère** (2025-2034) se concentre sur la fonte des glaciers, la montée du niveau de la mer, les impacts de la dégradation du pergélisol sur le climat et les effets sur les écosystèmes et les sociétés. Elle vise à améliorer la surveillance des pôles, le développement de solutions d'adaptation et la sensibilisation aux risques liés à l'effondrement de la cryosphère.

Paysage de forêt boréale avec des lacs formés par le dégel du pergélisol (Yakoutie Centrale, Sibérie)
© Antoine Ségourné, Université Paris Saclay

La France, acteur clé de la recherche polaire mondiale

Si la recherche polaire française se distingue à l'échelle internationale par son excellence scientifique, sa diversité disciplinaire et ses collaborations internationales, son impact doit être accru et pérennisé par un renforcement de la coordination de la communauté polaire française.



Extraction d'une carotte de glace avec un carottier à Concordia
© Claude DELHAYE / IPEV / CNRS Images

La France se classe 8^e au niveau mondial en termes de publications sur les régions polaires. Le CNRS joue un rôle clé en structurant la recherche et en assurant une forte visibilité mondiale, se positionnant comme le 2^e institut au monde en nombre de publications sur les régions polaires. Par ailleurs, les universités françaises sont également très investies dans la formation de nouvelles générations de chercheurs sur les pôles.

Toutefois, pour pérenniser et accroître son impact, il est important que la communauté polaire française renforce sa coordination. La création d'un forum national dédié est recommandée pour :

- **féderer les acteurs** académiques et institutionnels
- **structurer les échanges** avec les instances nationales et internationales,
- **instruire les problématiques** éthiques,
- **orienter les stratégies** de financement,
- **favoriser la formation** ainsi que la médiation scientifique.

Cet espace de concertation permettrait de mieux représenter la recherche française à l'international et de maximiser son influence face aux grands enjeux climatiques, environnementaux, sociaux et géopolitiques.

Les défis logistiques de la recherche polaire

La recherche polaire nécessite un accès organisé aux régions éloignées, structuré autour de stations de recherche, de moyens de transport et de collaborations internationales. Assurer cet accès suppose de renforcer ces coopérations et d'accroître les ressources nécessaires à la pérennité des infrastructures.

En Antarctique et Subantarctique, la France bénéficie d'un accès privilégié grâce aux infrastructures qu'elle opère, tandis qu'en Arctique, la recherche s'appuie principalement sur des collaborations avec des nations arctiques et les populations locales.

En Arctique, les campagnes de terrain s'effectuent à partir des stations partenaires et des infrastructures locales, ainsi qu'à partir de la station franco-allemande AWIPEV au Svalbard. La France ne disposant pas de moyens de transport maritime en Arctique, elle dépend en particulier des navires à capacité glace ou des brise-glaces de ses partenaires. Il est essentiel d'étendre les collaborations scientifiques bilatérales et/ou multi-latérales afin de faciliter l'accès aux sites d'études et d'optimiser le partage et l'utilisation des infrastructures internationales. Pour les disciplines utilisant les mêmes infrastructures que les populations locales pour se déplacer, l'engagement financier doit être à la hauteur des coûts qu'impliquent de tels déplacements qui demeurent compliqués logistiquement.

En Subantarctique, l'accès repose sur le navire *Marion Dufresne*, partagé entre missions scientifiques et logistiques. **Son désarmement à l'horizon 2032 et les moyens qui lui succéderont pour remplir ces deux missions sont un enjeu majeur.** Des embarcations côtières sont essentielles, notamment à Kerguelen et Amsterdam, où la reconstruction de certaines infrastructures sera nécessaire après l'incendie de 2025.

En Antarctique, l'infrastructure repose sur un axe logistique reliant les stations *Dumont d'Urville*, *Robert Guillard et Concordia*, adossé à des moyens de transports terrestres. **La station Dumont d'Urville, vieillissante, nécessite une reconstruction d'ici 2050.** Par ailleurs, le renforcement des capacités d'observation multidisciplinaires, via le **Navire Semi-Hauturier Pacifique-Antarctique (NSH PA)** et/ou des **accords internationaux**, est crucial pour la recherche française et le rayonnement de la France en Antarctique de l'Est. Les coopérations internationales permettraient une mise en œuvre plus rapide de cette perspective.

Convoi du raid ASUMA au milieu du continent Antarctique
© Bruno JOURDAIN / IGE / CNRS Image



L'IPEV, acteur indispensable à l'avenir de la recherche polaire française

L'Institut polaire français Paul-Émile Victor (IPEV) est un acteur central de soutien à la recherche polaire française. Sans un soutien financier et structurel accru, il existe un risque réel d'effondrement de l'Institut, compromettant l'ensemble des activités de la recherche polaire française et son rayonnement international.

Faisant suite à l'Institut français pour la recherche et la technologie polaire (ou IFRTP) fondé en 1992, l'IPEV, créé en 2002, soutient chaque année entre 70 et 90 projets, garantissant un accès aux terrains extrêmes et permettant la collecte de données essentielles. Il joue un rôle clé dans l'observation à long terme des environnements polaires, permettant d'anticiper les changements climatiques et écologiques en cours. Il contribue également au financement de nombreux projets en sciences humaines et sociales. À l'international, **l'IPEV est un pivot des coopérations polaires**, collaborant avec de nombreux pays, notamment

par le partage d'infrastructures et d'expertises techniques. Cependant, il fait face à des défis majeurs liés à l'augmentation des coûts, la modernisation indispensable des infrastructures et le besoin d'innovation. **Sans un soutien financier et structurel accru, il existe un risque réel d'effondrement de l'Institut**, mettant en péril l'ensemble des activités de la recherche polaire française et compromettant son rayonnement international. **Pour assurer son avenir, un financement pérenne et une hausse des effectifs** sont indispensables afin de garantir la stabilité et la compétitivité de la recherche polaire française.

Colonie de manchots Adèle sur la base Dumont d'Urville, en Antarctique
© Bruno Jourdain / IPEV / IGE / CNRS Images



Arctique, Subantarctique et Antarctique

15 défis scientifiques face aux bouleversements climatiques et environnementaux

Arctique

Sociétés arctiques : passés, présents et futurs

Près de quatre millions de personnes vivent en Arctique, dont 10 % appartiennent à un peuple autochtone. Aux conséquences des politiques coloniales auxquelles les autochtones ont dû et doivent encore faire face, s'ajoutent, ces dernières décennies, celles du changement climatique. Non seulement elles menacent les lieux de vie et les activités de subsistance des habitants de l'Arctique, ainsi que la préservation du patrimoine archéologique, mais elles attisent également les convoitises des industries et des États du fait de l'accès facilité aux ressources du sous-sol et à de nouvelles routes maritimes. Comprendre l'Arctique implique de saisir les existences et perspectives passées et présentes de ses habitants ainsi que les défis actuels et futurs auxquels ils sont confrontés, et la façon dont ils y répondent. Il convient pour cela d'étudier des thématiques telles que le patrimoine, les circulations et mobilités, les savoirs autochtones sur l'environnement et ses changements, les dynamiques du religieux, la jeunesse autochtone, ainsi que les questions de gouvernance à toutes les échelles, et ce dans une démarche de co-construction.

Amplification arctique : une dynamique régionale aux répercussions globales

L'Arctique se réchauffe près de quatre fois plus vite que le reste du globe, entraînant une série de transformations majeures : fonte de la banquise et des glaciers, dégel du pergélisol, modification de l'albédo, hausse des feux de forêts et bouleversements biogéochimiques. Ce phénomène, appelé amplification arctique, repose sur des rétroactions complexes entre l'océan et l'atmosphère, liées à la neige, la glace, les nuages et les aérosols. Ces changements influencent la dynamique climatique mondiale, notamment via les échanges de chaleur et de vapeur d'eau. Mieux comprendre les mécanismes et les interconnexions de cette amplification est crucial pour affiner les modèles climatiques et anticiper les impacts globaux.

Dégel du pergélisol et fonte accélérée du Groenland : mécanismes de rétroactions sur le climat, impacts sur l'environnement et les sociétés

L'amplification arctique transforme profondément le cycle de l'eau et les surfaces terrestres polaires. Le déclin du couvert neigeux et le dégel rapide du pergélisol, entraînent une modification de la connectivité hydrologique, des régimes fluviaux et l'érosion. Le dégel du pergélisol, immense réservoir de carbone, entraîne des émissions accrues de gaz à effet de serre (CO₂, CH₄) et menace d'amplifier le réchauffement climatique. Ces dynamiques impactent les infrastructures et les ressources des populations locales. Par ailleurs, la fonte accélérée de la calotte du Groenland, liée au réchauffement, provoquera une élévation significative du niveau de la mer. Comprendre et anticiper ces changements est crucial pour la stabilité climatique et sociétale globale.

Comprendre le continuum terre-mer en Arctique : un enjeu clé pour l'étude des interactions cryosphère-biosphère-sociétés humaines

Le continuum terre-mer en Arctique, zone de transition entre continent, océan et cryosphère, subit de profonds bouleversements sous l'effet du réchauffement climatique accéléré. Ces transformations affectent la glace de mer, la stratification océanique, les apports de nutriments, les flux de matière et les écosystèmes marins, avec des impacts majeurs sur la biogéochimie, la biodiversité, la santé, l'économie et le patrimoine des sociétés arctiques. Les savoirs autochtones, ancrés dans l'observation intergénérationnelle, doivent être intégrés aux études dans des démarches de co-construction pour comprendre les dynamiques de ces milieux complexes et appliquer des approches de recherche et de gestion durables.

Interactions océan-banquise-atmosphère : de la dynamique locale aux impacts sur le climat global

La fonte rapide de la banquise arctique, indicateur robuste du changement climatique d'origine anthropique, transforme en profondeur le système océan-banquise-atmosphère. Ces changements altèrent les équilibres régionaux et globaux du climat en modifiant la circulation océanique (AMOC), les téléconnexions atmosphériques et les grands cycles biogéochimiques. Les conséquences s'étendent aux phénomènes météorologiques extrêmes, aux régimes de précipitations, ainsi qu'aux activités humaines. L'ouverture de nouvelles routes maritimes et l'accès accru aux ressources arctiques soulèvent des enjeux géopolitiques et écologiques. Ces bouleversements impactent gravement les modes de vie des peuples autochtones, qui dépendent étroitement de la banquise pour leur subsistance et leur mobilité.

Pollution en Arctique : comprendre les sources et les impacts pour mieux agir

L'Arctique fait face à une pollution croissante d'origine globale et locale. Des contaminants comme le mercure, les plastiques ou les polluants organiques persistants (POPs) y sont transportés via les courants atmosphériques et marins ou via les grands fleuves arctiques, ou sont émis sur place par les activités humaines croissantes. Ces substances s'accumulent dans les écosystèmes, affectant la faune arctique et les peuples autochtones via des effets toxiques variés (perturbations endocriniennes, neurotoxicité, cancers). Certains contaminants agissent aussi comme des vecteurs de pathogènes ou de résistance antibiotique. Malgré l'urgence écologique et sanitaire, les sources, les effets et les tendances spatio-temporelles de ces polluants restent mal connus, posant un défi majeur pour la recherche et la gouvernance environnementale.

Écosystèmes arctiques fragilisés : entre bouleversements environnementaux et enjeux de conservation

L'Arctique abrite une biodiversité unique, riche de plus de 21 000 espèces adaptées à des conditions extrêmes. Toutefois, cette biodiversité, et la chimiodiversité qui lui est associée, sont aujourd'hui menacées par des bouleversements rapides : réchauffement climatique, perte de glace de mer, verdissement des terres, pollutions croissantes, arrivée d'espèces non-indigènes, ou perturbations humaines (tourisme, pêche, extraction). Ces changements fragilisent les écosystèmes terrestres et marins, altèrent les réseaux trophiques, et menacent la sécurité alimentaire des populations locales. La biodiversité arctique joue également un rôle clé dans la régulation du climat via les cycles biogéochimiques et la pompe biologique du carbone : sa dégradation pourrait avoir des impacts globaux majeurs. Une meilleure compréhension de l'évolution de cette biodiversité mais aussi une meilleure gestion et préservation de la bioressource arctique fragile et à fort potentiel socio-économique est un enjeu actuel et futur crucial pour la protection des écosystèmes arctiques.



Subantarctique

Comprendre, observer et modéliser une région clé en mutation : synergies entre modélisation climatique et observations atmosphériques

Le réchauffement climatique modifie fortement l'atmosphère des moyennes latitudes australes et de la région subantarctique, où circulent les vents d'ouest les plus intenses de la planète. Ces vents, en évolution rapide, jouent un rôle central dans l'isolation de l'Antarctique, le transport d'humidité vers la calotte et la formation des perturbations météorologiques. Leur variabilité et leurs effets sont encore mal compris, en raison de données historiques limitées et de faiblesses dans les modèles climatiques. Cette incertitude compromet les projections régionales et mondiales. Par ailleurs, l'atmosphère marine subantarctique, en lien étroit avec l'océan Austral, influence la formation des nuages, cruciaux pour le climat global, mais encore mal représentés dans les simulations climatiques.

Comprendre l'océan Austral subantarctique : circulation, biogéochimie et écologie marine face au changement climatique

L'océan Austral subantarctique joue un rôle crucial dans la régulation du climat mondial, dominée par le Courant Circumpolaire Antarctique et le retournement méridien. Il absorbe environ 70 % de la chaleur et 40 % du carbone anthropique captés par les océans, tout en redistribuant les nutriments essentiels à la production biologique. Depuis 50 ans, cette région subit un réchauffement, un approfondissement de la couche de mélange estivale et une acidification croissante. Ces changements, liés au forçage climatique et à l'intensification des vents d'ouest, impactent déjà la structure et la dynamique du phytoplancton, modifiant le cycle du carbone et les réseaux trophiques marins.

Une biodiversité menacée : espèces invasives, épidémiologie, contaminants et réchauffement

Les îles subantarctiques françaises, riches en biodiversité et abritant la deuxième plus grande aire marine protégée au monde, font face à des pressions croissantes. Le réchauffement, l'acidification et l'intensification des événements extrêmes perturbent déjà les écosystèmes insulaires et marins. L'introduction d'espèces non indigènes, facilitée par les activités humaines, menace les équilibres écologiques. En parallèle, la propagation de maladies infectieuses, exacerbée par les changements environnementaux, soulève d'importants enjeux de conservation. Enfin, la pollution chimique, plastique et sonore affecte potentiellement les réseaux trophiques, sans que ses impacts soient encore bien compris.

Un continuum terre-mer intégrant les différents acteurs du territoire

La région subantarctique est un observatoire unique des effets du changement global sur les écosystèmes polaires austraux, tant terrestres que marins. Elle subit des bouleversements rapides liés au climat, à la pollution, aux activités humaines croissantes (pêche, exploitation, tourisme) et à la diffusion d'agents pathogènes. L'approche par le continuum terre-mer, qui intègre les interactions entre milieux et processus écologiques, est essentielle pour comprendre les impacts cumulés sur la santé des écosystèmes. La pêche, bien que rigoureusement encadrée, reste une source de perturbations majeures. Mieux anticiper ses effets écologiques et socio-économiques est crucial pour une gestion durable de ces territoires.

Le chou des Kerguelen, espèce native endémique de l'archipel, menacée par les lapins autrefois introduits © Thomas Saucède

L'atmosphère antarctique : composante centrale du climat et du changement climatique aux échelles régionale et globale

L'atmosphère joue un rôle clé dans le climat antarctique en contrôlant les échanges de chaleur, d'eau et de composés chimiques, influençant la calotte, l'océan et la banquise. Ces dernières décennies, l'Antarctique a connu un réchauffement marqué à l'ouest, tandis qu'à l'est, les températures restent assez stables mais les précipitations augmentent. Distinguer les effets des activités anthropiques sur le climat antarctique des variations naturelles reste complexe. Les projections prévoient une hausse des températures et des précipitations, mais de fortes incertitudes persistent quant à la vitesse et l'amplitude des changements dans les différentes régions. Pour améliorer ces projections, il est nécessaire d'affiner la description, la compréhension et la modélisation des mécanismes qui gouvernent la dynamique et la physicochimie de l'atmosphère antarctique (présente et passée) incluant les processus non linéaires et événements extrêmes. L'Antarctique est aussi un laboratoire atmosphérique unique, notamment via la station *Concordia*, offrant des données précieuses en conditions extrêmes pour comprendre la physico-chimie de l'atmosphère terrestre dans sa globalité.

Le bilan de masse de la calotte antarctique : incertitude essentielle sur l'élévation du niveau des mers

Depuis la fin du XX^e siècle, les calottes polaires perdent massivement de la glace, contribuant à l'élévation du niveau des mers, qui pourrait atteindre 1 à 1,5 mètre d'ici 2100. Cette montée menace particulièrement les zones côtières, les deltas et les îles basses, avec des conséquences majeures sur la sécurité alimentaire, la santé et les migrations. L'évolution de la calotte antarctique, notamment en Antarctique de l'Ouest et dans les Terres de Wilkes, est le principal facteur d'incertitude, en raison de risques d'instabilités irréversibles. À plus long terme, l'évolution entière de la calotte antarctique est concernée. Prévoir l'évolution de la calotte nécessite une compréhension fine et une modélisation intégrée de la glace et des interactions complexes et non linéaires avec l'océan et l'atmosphère sur des échelles de temps allant de quelques dizaines d'années à plusieurs millénaires. Il est crucial d'améliorer les observations de la calotte antarctique depuis la côte jusqu'au plateau Est-Antarctique et de renforcer les efforts de modélisation, afin d'affiner les projections et de mieux anticiper l'adaptation des territoires vulnérables à l'élévation du niveau de la mer.

Antarctique



Ciel d'une polynie à la fin de l'été en Antarctique © Jérôme Fournier / IPEV / CNRS Images

Appréhender les changements et rétroactions dans l'océan Austral et les mers antarctiques

La circulation océanique globale, essentielle au climat terrestre, est en partie contrôlée par la circulation de retournement autour de l'Antarctique. Cette dernière influence les échanges de chaleur, de carbone et de nutriments entre surface et profondeur. Des signes inquiétants de ralentissement, voire d'effondrement, ont été observés, avec des conséquences potentielles majeures sur la température mondiale, les précipitations et le puits de carbone océanique. La banquise antarctique, par ses cycles saisonniers et son interaction avec l'océan, joue un rôle clé dans cette circulation. De plus, les échanges entre l'océan et les plateformes glaciaires influencent fortement leur fonte et donc le niveau des mers. Enfin, ces dynamiques affectent les écosystèmes polaires et la biodiversité associée, avec des enjeux socioéconomiques cruciaux en France et au-delà.

Des écosystèmes uniques et fragiles : une biodiversité à préserver

Les écosystèmes antarctiques, riches en biodiversité et en ressources marines, sont fortement menacés par une combinaison de pressions climatiques et anthropiques. Le réchauffement climatique transforme rapidement la cryosphère, perturbant les habitats, les cycles biogéochimiques et la dynamique des espèces. La pêche industrielle, notamment du krill et de la légine, exerce une pression croissante sur les espèces cibles et non-cibles. Parallèlement, des menaces émergent comme la pollution chimique et plastique, l'introduction d'espèces invasives, les maladies et les impacts directs des activités humaines. Ces perturbations multiples pourraient profondément restructurer les écosystèmes antarctiques. Comprendre leurs effets cumulés et anticiper les trajectoires écologiques futures est crucial pour protéger ces milieux uniques.

Pour une approche unifiée de la recherche polaire

Les trois régions polaires partagent de nombreux processus communs et interconnectés. Aussi, nécessitent-elles d'être étudiées dans une approche scientifique intégrée et globale, dans la laquelle il faudra prendre en compte tant les dimensions climatiques, qu'écologiques, politiques et sociales.



Les régions arctiques, subantarctiques et antarctiques partagent de nombreux processus communs au cœur de notre compréhension de l'évolution du climat terrestre. La fonte des calottes glaciaires, la dynamique des océans et l'équilibre des écosystèmes polaires sont autant de phénomènes interconnectés qui nécessitent une approche scientifique intégrée et globale.

Cette approche unifiée, thématiquement et régionalement, est indispensable pour :

- pleinement développer, déployer et analyser les observations *in situ* et satellitaires,
- intégrer plus efficacement les connaissances issues des trois régions polaires, y compris locales et autochtones, dans les modèles climatiques et environnementaux,
- mieux comprendre et anticiper les trajectoires passées, présentes, futures des sociétés.

Ce programme nécessitera une approche collaborative et interdisciplinaire qui unifie les trois régions polaires pour intégrer les dimensions climatiques, écologiques, politiques et sociales, en incluant les parties prenantes, notamment les populations locales, dans l'élaboration des recherches. Cela invite à définir quatre enjeux méthodologiques transverses :

- interdisciplinarité et coconstruction de la recherche,
- pérennisation, renforcement et optimisation des observations long terme,
- développement instrumental,
- modélisation, science des données et intelligence artificielle.

Seule une approche coordonnée, alliant science, innovation technologique et diplomatie scientifique, permettra d'éclairer les décisions nécessaires afin de faire face aux transformations en cours.

Quinze défis de connaissances sont détaillés dans le document de prospective pour l'Arctique (7), le Subantarctique (4) et l'Antarctique (4), et sont synthétisés dans les pages qui précèdent. Les enjeux abordés sont structurés autour de grands piliers thématiques. Cette organisation reflète la manière dont les communautés scientifiques, tant au niveau national qu'international, ont tendance à se regrouper autour de piliers disciplinaires. Toutefois, cela ne signifie pas une séparation stricte des disciplines, l'essentiel des défis scientifiques se situant à l'interface de plusieurs expertises (voir figure de droite).

Dans le tableau ci-dessous, la fréquence d'occurrence du champ lexical associé à chaque pilier thématique est indiquée pour chacun des 15 défis scientifiques identifiés. Cette méthode objective permet de donner un aperçu du niveau d'interdisciplinarité au sein de chaque défi : plus la couleur est chaude (orange-jaune), plus le champ lexical du pilier est présent dans le défi scientifique considéré. Enfin, cela permet d'estimer la prégnance d'une discipline sur une région par rapport à une autre.



Vers un programme national structurant

Un programme structurant est nécessaire afin de renforcer durablement la position de la France dans la recherche polaire, en garantissant une coordination efficace et une mise en cohérence avec les initiatives internationales. Il s'agit d'une opportunité unique d'accroître la visibilité et l'impact de la recherche française sur les pôles, tout en contribuant aux avancées scientifiques nécessaires pour mieux comprendre et anticiper les évolutions climatiques, environnementales, sociales et géopolitiques. Les actions doivent être engagées dès aujourd'hui pour anticiper la décennie à venir ; elles seront décisives pour faire de la recherche polaire française un acteur incontournable au niveau mondial.

Pour concrétiser les ambitions définies dans cette prospective, un programme de recherche national structurant est nécessaire. La communauté scientifique polaire française dispose d'une reconnaissance internationale, ainsi que des compétences techniques et logistiques lui permettant de porter une recherche interdisciplinaire ambitieuse. Le contexte international est particulièrement propice, avec des initiatives d'envergure comme **Antarctica InSync** (2027-2030) et la montée en puissance de la **cinquième Année polaire internationale** (IPY-5, 2032-2033). Ces événements offrent une opportunité unique pour affirmer le leadership scientifique de la France dans l'étude des pôles et de leurs impacts sur le climat, l'environnement et les sociétés.

Toutefois, ce rôle moteur ne pourra être pleinement assumé qu'à travers un **cadre programmatique structuré pour la prochaine décennie, assorti d'un financement à la hauteur des ambitions affichées**. Celui-ci devra être aligné avec les priorités internationales, en particulier celles d'IPY-5, et garantir

un soutien cohérent à l'ensemble des acteurs de la recherche polaire française. Ce programme devra favoriser une approche pluri- et interdisciplinaire en articulant les piliers disciplinaires identifiés et les **15 défis de connaissance recensés**. Cette organisation permettra une allocation optimale des moyens humains et techniques en fonction des priorités de recherche identifiées. Le programme devra en outre intégrer une éthique de recherche polaire axée sur :

- l'intégration des perspectives et des savoirs des populations arctiques,
- la quantification, le suivi, et la réduction de l'impact environnemental des activités de recherche,
- la collaboration mesurée avec le secteur privé pour préserver l'indépendance scientifique et éviter les effets négatifs indirects (par exemple "greenwashing", développement du tourisme, etc.),
- l'adoption d'une approche de précaution concernant la géoingénierie polaire, excluant les expérimentations directes.

Groupe de morse au repos dans le fjord de Magdalena dans l'archipel du Svalbard © Eva Gruber

5 priorités

En cohérence avec les engagements faisant suite à la stratégie polaire française et le *One Planet Polar Summit*, le programme proposé nécessite un budget de 100 millions d'euros sur 10 ans. Une ventilation budgétaire indicative est proposée.

1. Coordination et soutien à l'interdisciplinarité (5 M€ - 5 %)

Par l'intermédiaire du forum national mis en place, une partie du budget devra être allouée à la coordination globale de l'initiative, au soutien à la mise en place de projets interdisciplinaires, à la réflexion et à l'implémentation des enjeux d'éthique, à la formation et la médiation scientifique. Un fonds d'amorçage spécifique encouragera les collaborations et les approches innovantes entre disciplines et en collaboration avec les parties prenantes sur le terrain (notamment dans une démarche de co-construction de la recherche).

2. Renforcement et pérennité des capacités d'observation (35 M€ - 35 %)

Il est essentiel de renforcer et d'assurer un suivi à long terme des changements écologiques, environnementaux, climatiques, sociaux et politiques en milieu polaires. Ce volet nécessitera un équilibre entre investissement dans les équipements de recherche et leur développement permettant notamment une amélioration des infrastructures d'observation, et la mise en œuvre et la pérennisation de ces observations et suivis à long terme. Des financements en adéquation avec les coûts devront également être octroyés pour les déplacements et les séjours des chercheurs s'appuyant sur les infrastructures locales (transport,

habitat) pour que les recherches de terrain se déroulent dans des conditions optimales de sécurité.

3. Développement de la modélisation et transition numérique (15 M€ - 15 %)

La modélisation et les outils numériques jouent un rôle clé dans la compréhension et l'anticipation du climat et des écosystèmes polaires ainsi que dans l'analyse des données d'observations. Ce programme devra soutenir le développement des outils de modélisation pour les pôles et l'intégration de nouvelles méthodologies, notamment en intelligence artificielle, afin d'optimiser l'exploitation des données collectées et améliorer les projections climatiques et écosystémiques.

4. Renforcement des ressources humaines, formation et attractivité (30 M€ - 30 %)

Pour garantir la pérennité et l'élargissement de la communauté scientifique polaire française, il est impératif qu'un tel programme promeuve l'enseignement des sciences polaires et de leurs enjeux au niveau universitaire, ainsi que leur communication auprès du grand public et des jeunes générations en particulier. La coordination d'événements de sensibilisation, des enseignements universitaires et d'écoles thématiques polaires,

une programmation d'offre de doctorats, post-doctorats et le renforcement de positions permanentes de chercheurs, enseignants-chercheurs comme ingénieurs et techniciens permettra d'attirer de jeunes talents, consolider l'écosystème de recherche et d'élargir l'expertise polaire à une communauté scientifique plus vaste.

5. Soutien aux initiatives émergentes et aux programmes internationaux (15 M€ - 15 %)

Afin de garantir la place de la France dans les grandes initiatives internationales, des appels à projets spécifiques seront mis en place, avec une attention particulière à Antarctica InSync et IPY-5. Sans cet engagement, la France risque d'être marginalisée dans ces programmes majeurs, comme cela a pu être le cas par le passé.

Consultez la prospective
polaire :



Maîtrise d'ouvrage :
Agence de programme Climat,
biodiversité et sociétés durables

Maîtrise d'œuvre :
CNRS (coordonnée par G. Durand,
CNRS/INSU)

Coordination : G. Durand (CNRS-INSU / IGE)

Comité de pilotage : G. Durand, J. Fort (CNRS-Ecologie & environnement / LIENSs), V. Vaté (CNRS-Sciences humaines & sociales / GSRL).

Comité de rédaction : G. Durand, J. Fort, V. Vaté, C. Alix (Univ. Paris 1 Panthéon-Sorbonne / ARCHAM), A. Choquet (UBO / Amure), B. Collignon (Univ. Bordeaux Montaigne / Passages), M. Éléaume (MNHN / ISYEB), E. Gauthier (Univ. Franche-Comté / CHRONO-ENVIRONNEMENT), M.-N. Houssais (CNRS-INSU / LOCEAN-IPSL), A. Landais (CNRS-INSU / LSCE-IPSL), J. Lavaud (CNRS-Ecologie & environnement / LEMAR), C. Lique (IFREMER / LOPS), V. Masson-Delmotte (CEA / LSCE-IPSL), D. Renault (Univ. Rennes / EcoBio, Institut polaire français), J.-B. Sallée (CNRS-INSU / LOCEAN-IPSL), T. Saucède (Univ. Bourgogne Europe / BGS), A. Séjourné (Univ. Paris Saclay / GEOPS-IPSL), J. L. Thomas (CNRS-INSU / IGE), E. Vignon (CNRS-INSU / LMD-IPSL).

Crédit photo page de couverture : Un carotteur soumis à rude épreuve, en Terre Adélie (Antarctique) © Vincent FAVIER / IPEV / CNRS Images

Conception et réalisation : LUCIOLE, Paris

Mai 2025

Impression : IFSEM



CNRS

3, rue Michel-Ange
75794 Paris Cedex 16
+33 1 44 96 40 00

www.cnrs.fr | [X](#) | [LinkedIn](#) | [YouTube](#)