

La science à Concordia, une palette de recherches extrêmes

Février 2025

[Tous les projets soutenus à Concordia sont disponibles sur le site web de l'Institut polaire français.](#)

Glaciologie et étude des paléoclimats

Le Dôme C est très bien placé pour la glaciologie et les carottages permettant, à des fins d'études climatiques et environnementales, de remonter dans le temps. Le célèbre projet européen EPICA (European Project for Ice Coring in Antarctica) s'est déroulé de 1996 à 2007 avec un carottage réalisé à Concordia jusqu'à 3270 mètres de profondeur (arrêt à 5 mètres du socle rocheux sous-jacent). Ce carottage a donné accès à la plus longue séquence temporelle jamais obtenue à partir d'un carottage dans la glace : 800.000 ans. Son analyse a permis de révéler les détails de l'évolution climatique naturelle de la Terre sur cette période, mais aussi et surtout de quantifier l'évolution comparée de la quantité de gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O) présente dans l'atmosphère, ainsi que des éléments trace permettant de reconstituer par exemple l'historique de l'étendue de la glace de mer autour du continent antarctique. Aujourd'hui, le projet Beyond Epica Oldest Ice lui a emboîté le pas avec pour objectif de remonter à plus de 1,5 Millions d'années.

Les recherches sur les micrométéorites ont permis la constitution d'une collection unique au monde, la Collection CONCORDIA, issue d'échantillonnage à très gros volume de la neige de surface et jusqu'à 8 mètres de profondeur. En 2010, une découverte majeure montre la présence de micrométéorites ultra-carbonées qui sont des particules provenant de la surface de comètes puis, en 2018, la mise en évidence de différents types de matière organique cométaires dans les micrométéorites ultra-carbonées à un retentissement majeur au niveau international.

Les **observations de la couche limite atmosphérique** à Concordia ont servi de cas d'étude à l'expérience internationale d'inter-comparaison de modèles GABLS4 (GEWEX Atmospheric Boundary Layer Studies, case 4). Les enseignements de cette inter-comparaison, et plus généralement de la confrontation entre les modèles et les données provenant du Dôme C, ont permis d'améliorer le traitement de la couche limite atmosphérique de la version de référence du modèle national de climat IPSL-CM6. IPSL-CM6 est l'un des 2 modèles de climat français mis en œuvre pour contribuer au prochain rapport du GIEC.

Le **site instrumental d'étude de la neige** mis en place par la France depuis 10 ans à Concordia est unique en Antarctique et l'un des plus avancés sur le plan technologique dans le monde. Les mesures collectées ont été utilisées pour mieux comprendre les rétroactions neige-atmosphère, le signal isotopique imprimé dans les carottes de glace, et alimenter les modèles de neige pour simuler la réponse aux changements climatiques de l'Antarctique. Un autre usage important est la calibration/validation des satellites de l'Agence Spatiale Européenne (ESA), en particulier Sentinel 3, du programme Copernicus.



En **astronomie**, l'expérience ASTEP a permis la détection de l'éclipse secondaire de WASP-19b (la planète passant derrière son étoile), une première depuis le sol aux longueurs d'ondes visibles. Elle a permis la détection de nombreux candidats transits, la caractérisation fine des pulsations de l'étoile Beta Pictoris (importante car jeune et proche de nous) ce qui a contribué à la détection d'une deuxième planète autour d'elle. Enfin, l'analyse globale des observations a permis de démontrer l'excellente qualité du site pour l'astronomie visible, avec environ 2/3 de temps de nuit de qualité photométrique.

L'étude des Flux neutroniques a abouti à la constitution d'une série temporelle de spectres de neutrons et le développement et la validation d'un modèle global basé sur l'assimilation de données intégrant la description physique des douches cosmiques et des rayons cosmiques primaires. En septembre 2017, les scientifiques ont observé une première éruption majeure avec éjection de particules quasi relativistes permettant de contraindre le modèle physique GLE (éruptions extrêmes).

Le Suivi de l'ozone et d'autres composants atmosphériques est un programme sous le statut Service national d'observation (SNO), participant au programme international NDACC (*Network for Detection of Atmospheric Composition Changes*): Séries temporelles de colonnes totales d'ozone (365j/an) et de nuages stratosphériques polaires, détection des signatures de transport à longue distance d'aérosols de feu de biomasse et d'aérosols volcaniques en provenance des moyennes latitudes. Détection des premiers signes de rétablissement de la couche d'ozone.

Mesures des isotopes de la vapeur d'eau dans l'atmosphère : Mise en évidence d'un signal associé aux effets de post-dépôt de la précipitation neigeuse à Concordia, ainsi que d'un signal associé à une rivière atmosphérique à Concordia.

Mesures de composés soufrés et d'oxydants dans l'atmosphère : démonstration de l'existence d'une atmosphère très oxydante sur le plateau antarctique. Un autre projet a permis la mise en évidence de productions d'oxydes d'azote par la neige qui modifient profondément la chimie de l'atmosphère local et la façon dont certaines espèces chimiques sont emprisonnées par la neige. Concordia est aussi le site d'une découverte d'un moyen de déterminer la nature stratosphérique ou troposphérique d'une éruption volcanique inconnue archivée dans la glace.

Mesures du mercure dans l'atmosphère : Seconde série temporelle continue de mesure des composés mercuriels atmosphériques la plus longue d'Antarctique, particulièrement attendue par les modélisateurs atmosphériques. Révélation de l'existence d'événements uniques sur la planète d'oxydation du Hg(0) dans l'atmosphère sur plusieurs jours à une semaine en période estivale (stagnation des masses d'air au-dessus du plateau Antarctique et accumulation des oxydants) conduisant à des dépôts massifs sur la neige et un cycle de réémission dans l'atmosphère. Transport de cette réactivité vers les zones côtières avec une arrivée probable de mercure biodisponible en provenance du plateau et un dépôt vers les écosystèmes côtiers. Développement d'un modèle 0D de boîtes multicouches (chimie transport du mercure dans la basse troposphère et échanges avec la neige de surface).



Biomédecine et application spatiale : dans le cadre de la collaboration avec l'Agence Spatiale Européenne (ESA) depuis 2006, plusieurs résultats majeurs ont été obtenus par l'étude physiologique et psychologique des hivernants qui se sont succédés au sein de la station Concordia. Il a été démontré que l'hypoxie due à l'altitude joue un rôle très important sur la qualité du sommeil, en complément du manque de cycle circadien. Le sommeil des hivernants à Concordia est caractérisé par une fréquence très élevée de micro-réveils, atteignant un niveau d'alerte clinique selon les standards métropolitains. Toutefois des différences très significatives sont observées entre individus, ce qui implique des conséquences importantes pour les futurs programmes de sélection de spationautes en vue de missions vers Mars.