

●●● Argo alimente Mercator, un groupement scientifique, civil et militaire (4) qui produit des prévisions hebdomadaires aux échelles régionale et mondiale : températures de surface et profondes, courants, hauteur des vagues, fronts thermiques. Mercator utilise toutes les informations disponibles – satellites, navires, sondes météo. Mais sans Argo, le résultat ne pourrait atteindre la qualité désirée. Les utilisateurs ? Services météo, pêcheurs, industriels, navires de commerce et de loisirs, sécurité civile (dérives d'icebergs ou pollution). Sans oublier la Marine nationale. Dans le jeu du chat et de la souris que ses sous-marins mènent avec leurs éventuels adversaires, la propagation des ondes acoustiques – qui trahissent les nef – y est déterminée par la température et la salinité des eaux. Les connaître à l'avance révèle les couloirs où un sous-marin peut se dissimuler.

Au-delà de cet usage opérationnel, Argo produit déjà ses effets dans les labos. Virginie Thierry (Ifremer, LPO), qui s'intéresse à l'Atlantique Nord, entre Portugal et Groënland, n'imagine plus travailler sans ces données. Certes, elle bénéficie de cinq campagnes en dix ans, toujours nécessaires pour collecter des mesures précises et des échantillons, mais... toujours au mois de juin. Impossible d'y aller en plein hiver lorsque nuit et icebergs règnent. Alors qu'il faut surveiller les relations étroites entre surfaces océaniques, atmosphère, pluviométrie et courants profonds pour démêler leurs variations cycliques et une tendance climatique en lien avec les émissions humaines de gaz à effet de serre. « Déjà, les premiers résultats ont montré la forte variabilité des eaux, l'importance des tourbillons et un réchauffement et une salinisation des eaux de surfaces. Bientôt, espère la jeune océanographe, il sera possible de déterminer les endroits clés de la circulation profonde, en liaison avec la topographie du fond. »

Financement. Sabrina Speich, maître de conférence à l'université de Bretagne occidentale (UBO), se penche sur l'océan Austral, celui qui fait le tour de l'Antarctique. Littéralement, puisqu'on y trouve le courant circumpolaire « équivalent à 150 fois le total des fleuves du monde, qui met en connexion tous les océans ». Un lieu décisif pour le climat planétaire et l'exportation de sels nutritifs dans les autres océans. Rude aux navires, couvert en partie de banquise l'hiver, il représente un défi redoutable. Argo commence à le relever, complément indispensable aux rares missions, comme celle de février et mars prochain, à bord du *Marion Dufresne*. Sabrina Speich imagine déjà ce que donneront de nouveaux flotteurs « capables d'aller sous la banquise, et vérifier l'absence ou la présence de glace avant de remonter afin de ne pas aller s'y planter ». Espère beaucoup de nouveaux capteurs pour l'oxygène, le plancton et le cycle du carbone. Et attend que les ingénieurs concocent des engins plus costauds, « capables de plonger jusqu'aux abysses, à 4000 mètres ». Alors, Poséidon sera vraiment à nu... du moins si Argo trouve un financement de longue durée, ce qui n'est pas encore acquis.

Envoyé spécial à Brest ◆ SYLVESTRE HUET

(1) Université de Bretagne occidentale, CNRS, Ifremer.

(2) http://www.coriolis.eu.org/coriolis_fr/

(3) Opérée par la filiale du Cnes collecte de localisation satellite (CLS).

(4) Ifremer, Météo France, Shom (Service hydrographique et océanographique de la Marine nationale), Cnes, Institut de recherche pour le développement (IRD), CNRS.



Le Glacier et la source de l'Arveron, en montant vers la mer de Glace, en 1803, par Turner. PHOTO YALE CENTER FOR BRITISH ART, PAUL MELLON COLLECTION, USA, THE BRIDGEMAN ART LIBRARY

Climat ◆ Des tableaux, témoins scientifiques.

La fonte des glaces au miroir des toiles

Une toile de, disons, Jackson Pollock, a peu de chance de faire progresser la physique nucléaire. Mais une aquarelle de William Turner, si elle est bien choisie, est susceptible d'améliorer notre connaissance des évolutions climatiques. A preuve, l'étude que viennent de publier deux géographes suisses dans une revue pour le moins spécialisée (*Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, vol. 40) : l'article s'appuie sur plus de 150 documents historiques – desins, récits et tableaux, dont deux de Turner – pour retracer les évolutions de la mer de Glace depuis l'an 1500.

Pourquoi s'intéresser au grand glacier alpin ? Parce que ses avancées et reculs témoignent des fluctuations du climat au fil des siècles. Pourquoi étudier cela à travers le patrimoine artistique ? Mais parce qu'on n'a rien d'autre sous la main, pardi !

Repères topologiques. La mesure scientifique du climat n'a véritablement commencé qu'à la fin du XIX^e siècle. Pour remonter au-delà de ce big bang, il faut faire un travail de détective, par exemple en analysant des carottes de glace prélevées aux pôles, ou encore en étudiant les témoignages laissés par nos glorieux aînés. La mer de Glace est un sujet idéal : à partir du XVIII^e siècle, et plus encore au XIX^e avec la vague du romantisme, les paysages alpins ont été croqués par quantités de peintres et d'écrivains : Ruskin, Turner, Chateaubriand, Samuel Birman, Hugo, Jean-Antoine Linck, Caspar Wolf, Viollet-le-Duc, etc.

Evidemment, leurs œuvres n'ont

pas toute la précision d'un cahier de TP. Le mérite des chercheurs suisses, le professeur Heinz Zumbühl et son élève Samuel Nussbaumer, de l'Institut de géographie de l'université de Berne, est d'avoir réussi à extraire de ces travaux d'artistes des données suffisamment précises pour mener une étude scientifique. Cela a nécessité de retrouver pour chaque œuvre sa date et son lieu précis d'exécution, et d'identifier des repères topologiques (hameaux, roches, collines) pour reporter les contours de la langue glaciaire sur la carte. A noter que cette langue a connu son extension maximale en 1644, avec d'autres pics en 1600, 1720, 1778, 1821 et 1852.

Grâce à des travaux antérieurs, les chercheurs ont pu montrer que la mer de Glace et un glacier suisse de Grindelwald avaient évolué de manière synchrone pendant le Petit âge de glace (cette période de refroidissement planétaire qui a frappé particulièrement l'hémis-

phère Nord entre le XVI^e et le XIX^e siècle) malgré des situations géographiques et climatiques très différentes. La méthode utilisée par les Suisses s'avère donc parfaitement valable pour étudier les variations climatiques de cette époque. Les géographes bernois souhaitent étendre désormais leurs travaux à d'autres glaciers des Alpes et de Scandinavie.

Couchers de soleil. Puiser dans le patrimoine artistique des informations susceptibles de faire avancer la science n'est pas une nouveauté : l'an dernier, la revue *Atmospheric Chemistry and physics* (vol.7, pp. 4027-4042) a publié une très jolie étude grecque sur les couchers de soleil dans la peinture entre 1500 et 1900. L'idée, cette fois, était de corréliser les couleurs au crépuscule avec les grandes éruptions volcaniques : les poussières rejetées dans l'atmosphère par les volcans altèrent notablement la lumière, phénomène particulièrement sensible lors des couchers de soleil. Retrouverait-on dans les tableaux de l'époque (plusieurs centaines ont été analysés) les traces des grandes éruptions ? Réponse courte : oui. Réponse longue : on observe une forte corrélation entre le ratio rouge/vert dans les toiles et l'opacité du voile de poussière atmosphérique. Là encore, Turner a été mis à contribution, avec ses toiles et jusque dans la conclusion de l'article, qui le cite : « Je n'ai pas peint ce tableau pour être compris, mais pour montrer à quoi une telle scène ressemblait. » Turner évoquait ainsi *Snow Storm*, tableau très abstrait dont on ne tirera rien d'autre qu'une douce émotion esthétique.

◆ ÉDOUARD LAUNET

Livre ◆ Vers la pile à combustible.

L'heure H de l'auto

Hydrogène. L'avenir de la voiture ? par PIERRE BEUZIT, éd. l'Archipel, 203 pp., Paris, 2007.

Si le XX^e siècle vit le pétrole remplacer le charbon, le XXI^e pourrait assister à la révolution de l'hydrogène. Ce gaz a au moins deux avantages par rapport aux ressources fossiles ou issues de la biomasse. Il peut être produit en quantités illimitées à partir de l'eau. Et son utilisation comme carburant d'une pile à combustible permettrait de faire fonctionner un véhicule électrique économe en rejets polluants. La production d'hydrogène, très énergivore, deviendra-t-elle un jour rentable ? Et le véhicule à l'hydrogène, est-il enfin en route ?

Dans *«Hydrogène. L'avenir de la voiture ?»*, Pierre Beuzit, ancien directeur de recherche chez Renault de 1998 à 2005, éclaire ces questions en retraçant l'épopée de la tant annoncée «voiture à hydrogène». Confrontés à la nécessité de limiter les émissions en gaz à effet de serre, les industriels de l'automobile – mais aussi du pétrole, de la chimie ou du nucléaire – consacrent depuis vingt ans d'importants moyens à la mise au point de cette machine. Celle-ci est d'ailleurs devenue une réalité expérimentale. La plupart des fabricants ont d'ores et déjà présenté des prototypes et 119 pompes capables de fournir le gaz sont installées dans le monde.

Cependant, l'«économie de l'hydrogène» a indéniablement pris du retard à l'allumage. Alors que le Japon a déclaré des objectifs de 50000 véhicules sur les routes d'ici 2010, l'Europe est à la traîne. Il paraît peu probable que ces engins fassent leur apparition sur les routes du vieux continent avant une douzaine d'années.

Dans son ouvrage réalisé avec le journaliste spécialisé Laurent Meillaud, Pierre Beuzit estime toutefois que ce passage de témoin est inéluctable. Selon lui, les industriels se préparent déjà à cette transition énergétique. Une grande transformation des techniques, assimilable à un véritable choc culturel, que chaque conducteur pourra bientôt constater de visu dans sa voiture. Les constructeurs s'apprennent, en effet, à intégrer progressivement sur les véhicules de série les pièces de la future automobile à hydrogène.

◆ VAHÉ TER MINASSIAN