

> ainsi ce que l'on nomme une plateforme glaciaire. Or l'effet de telles plateformes est de ralentir l'écoulement de la calotte qui les alimente. Ainsi, quand dans les années 1990, une hausse d'environ 1 °C de la température océanique a démantelé ce frein naturel, le Jakobshavn s'est mis à s'écouler deux fois plus vite à terre. Aujourd'hui, il recule et s'amincit considérablement. Cela en fait l'un des plus grands contributeurs à l'élévation actuelle du niveau de la mer. Des enregistrements géologiques dans les roches montrent que ce glacier a déjà connu des événements comparables dans le passé. Nos observations actuelles révèlent des évolutions similaires dans d'autres glaciers du Groenland.

LA PIRE MENACE : LE GLACIER DE THWAITES

Toutefois, c'est en Antarctique qu'un glacier énormément plus grand que le Jakobshavn – le glacier de Thwaites – fait peser la pire menace de ce genre. Si ce géant devait lui aussi se défaire à la manière du Jakobshavn, alors le niveau de la mer pourrait s'élever de plus de trois mètres en quelques décennies. Dès lors, risquons-nous une élévation catastrophique de l'océan dans un futur proche ou ce risque est-il surestimé ? Comment savoir comment le glacier de Thwaites va se comporter ? Les données nécessaires pour répondre sont en train d'arriver.

Estimer la menace représentée par le glacier de Thwaites est complexe. Une métaphore nous aidera à comprendre pourquoi. Imaginez que vous préparez des gaufres. Vous versez la pâte sur le gaufrier et elle s'étale sur les motifs en creux du fer. Son poids la pousse à s'écouler vers l'extérieur du gaufrier malgré la résistance de la grille de motifs. Sa propagation ralentit soit avec l'avancement de la cuisson, soit parce que vous la retenez à l'aide de votre spatule.

Les calottes glaciaires terrestres – que l'on nomme aussi des inlandsis – sont comparables à de gigantesques gaufres, épaisses de trois kilomètres et larges comme un continent... La neige qui s'y accumule est petit à petit comprimée en glace par le poids des précipitations successives. L'énorme masse glaciaire qui en résulte est très solide : j'y ai déjà atterri à bord d'avions de transport militaires lourds équipés de skis. Pour autant, elle s'écoule ! En effet, la température de la glace est souvent quelques degrés seulement au-dessous de 0 °C, ce qui l'amollit assez pour rendre possible un lent déplacement depuis la région centrale et élevée de la calotte vers ses bords. Là, amincie, elle fond et se disloque facilement. Les calottes plus épaisses ou plus pentues, telles celles du Groenland et de l'Antarctique, avancent plus vite.



De l'eau de fonte pénètre dans l'inlandsis du Groenland et accélère sa progression vers la mer. Cela préfigure le sort des glaciers de l'Antarctique.

Laissée à elle-même, une calotte glaciaire croît jusqu'à une épaisseur et une pente suffisantes pour provoquer son écoulement vers ses bords, où elle fond et se disloque, ce qui compense les chutes de neige. Un inlandsis peut ainsi conserver sa taille pendant très longtemps, mais il semble que sur notre planète en voie de réchauffement, ce ne soit plus le cas. L'eau (d'origine marine) qui s'accumule chaque année sur le Groenland et sur l'Antarctique équivaut à une couche d'un peu plus de 6 millimètres d'épaisseur.

Aujourd'hui, la fonte des glaces et les icebergs émis par les calottes glaciaires introduisent dans les océans une quantité d'eau supérieure d'environ 15%, ce qui élève un peu le niveau marin. Si la fonte n'est plus compensée par les chutes de neige pendant assez longtemps, une calotte glaciaire peut entièrement disparaître. Au rythme constaté aujourd'hui, cela prendrait près de 100 000 ans. Mais si le réchauffement climatique poursuit sur sa lancée, la fonte continuera à accélérer, comme elle le fait déjà aujourd'hui.

La façon dont s'écoule une calotte glaciaire dépend de la viscosité de sa glace (de sa résistance à l'écoulement), de la lubrification de sa base et du frein que constitue la « spatule », c'est-à-dire la plateforme glaciaire qui flotte en avant d'elle dans la mer. Le réchauffement général de l'atmosphère peut ramollir la glace et dégeler sa base, ce qui facilite la progression de la calotte vers la mer. Toutefois, l'évacuation de la chaleur à travers une épaisseur de glace de plusieurs kilomètres demande du temps. Ainsi, les grandes calottes actuelles continuent de réagir au réchauffement climatique lié à la fin de la dernière glaciation, il y a plus de 10 000 ans !

CATARACTES GÉANTES, VÊLAGE D'ICEBERGS...

Un processus bien plus rapide de réchauffement des calottes existe : l'infiltration de l'eau fondue en surface à travers les crevasses qui traversent la glace. En certains endroits des flancs de l'inlandsis groenlandais, par exemple, l'eau de fonte s'accumule en été à la surface de la glace au sein de magnifiques lacs bleus. Plus dense que la glace, elle a tendance à ouvrir et à élargir des crevasses et, de proche en proche, parvient au lit glaciaire. Le lac se draine alors d'un seul coup. Un lac en expansion peut percer huit cents mètres de glace ou plus, créant soudainement une plus grande cataracte que celle des chutes du Niagara. En une heure, l'arrivée d'autant d'eau réchauffe davantage la base glaciaire qu'en 10 000 ans...

Nous étudions de très près ce mécanisme de réchauffement de la base de la glace dans le cas des inlandsis. Toutefois, il ne représente pas la pire menace pesant sur les habitants de nos côtes, car les calottes terrestres sont ralenties dans leurs progressions par les irrégularités de relief de leurs lits.

Le même mécanisme est en revanche beaucoup plus dangereux lorsqu'il se produit sur une plateforme glaciaire. Dans les régions très froides, la glace qui parvient à l'océan y progresse en flottant, tout en restant attachée au glacier. De tels endroits sont presque toujours des baies ou des fjords protégés, où le mouvement de la plateforme glaciaire est ralenti par sa friction sur les rives et par les protubérances du fond marin, là où elle est en contact avec lui.

Comme sur les inlandsis, le réchauffement atmosphérique conduit à la formation de lacs à la surface des plateformes glaciaires. Lorsque ces lacs ouvrent la glace et la traversent, la plateforme peut s'effondrer.

C'est par exemple ce qui est arrivé en 2002 dans la péninsule Antarctique lorsque la barrière de Larsen B, une plateforme glaciaire située au nord du glacier de Thwaites, s'est disloquée presque complètement. En seulement cinq semaines, elle a vélé des icebergs en série, qui tombaient dans la mer comme des dominos.

Puisque cette plateforme, qui s'étend le long de la côte orientale de la péninsule Antarctique, flottait, cela n'a pas fait monter immédiatement le niveau de la mer, mais a entraîné l'accélération de l'écoulement de l'inlandsis situé en amont de la plateforme à terre,

a toutefois fait prendre conscience du fait que la désintégration des plateformes glaciaires libère les glaciers qui les alimentent, qu'elles freinaient auparavant.

Les banquises peuvent aussi fondre par le bas sous l'influence du réchauffement de l'eau marine, ce qui s'est produit dans le cas de Jakobshavn. Bien que le spectacle impressionnant de l'écroulement d'une grande falaise glaciaire réjouisse les passagers des paquebots de croisière qui se rendent en Alaska ou en d'autres régions froides, le phénomène accélère la disparition des inlandsis. Aujourd'hui, à Jakobshavn, les icebergs naissent d'une falaise qui domine l'océan de plus de 100 mètres – l'équivalent d'un immeuble de 30 étages – et s'enfonce environ neuf fois plus sous l'eau. Lorsque ces icebergs se retournent, ils créent des vagues hautes comme 50 étages et déclenchent des tremblements de terre perceptibles jusqu'aux États-Unis.

UN POINT DE BASCULE POUR LE GLACIER

Pour le moment, la dislocation des plateformes glaciaires et le débitage des falaises de glace qu'elles forment sur la mer n'a que peu contribué à l'élévation du niveau marin. Toutefois, s'agissant du glacier de Thwaites, le même processus pourrait conduire à une hausse beaucoup plus dramatique, car il est très particulier: il s'avance en effet depuis les terres antarctiques occidentales au-dessus d'un énorme et profond fjord qu'il a entièrement rempli: la fosse subglaciale de Bentley. Or un accident géologique y a placé un «point de bascule».

Un matin d'automne 1956, Charles Bentley – qui, des années plus tard, dirigera mon doctorat – soutint sa thèse à l'université Columbia. Le lendemain, il sautait dans un train en direction du Panama, puis embarquait à bord d'un navire se dirigeant vers le sud afin de participer à un projet de recherche de l'Année géophysique internationale visant à analyser la planète Terre. Après deux ans en Antarctique occidentale, il constata à son retour que son diplôme ne lui avait toujours pas été délivré parce qu'il n'avait pas eu le temps de payer ses frais de thèse avant de partir... Pendant son séjour en Antarctique, lui et son équipe ont parcouru près de 5000 kilomètres sur la glace, soit pour se rendre à la station Byrd (station de recherche américaine estivale située à quelque 500 kilomètres dans les terres antarctiques), soit pour en revenir ou pour arpenter les étendues glacées de la région.

S'agissant de la question qui nous occupe, la plus importante des nombreuses mesures et découvertes faites par son équipe est celle de l'épaisseur des calottes. Après avoir déclenché de petites explosions à la surface d'une calotte, Bentley et son équipe ont utilisé des sismomètres pour écouter les sons se réfléchissant à ➤



Dans la fosse de Bentley, la calotte glaciaire s'étend à plus de 2500 mètres sous la mer



un peu comme si, lors de la préparation d'une gaufre, le retrait de la spatule permettait soudainement à la pâte de s'étaler. Tout d'un coup, la glace s'est mise à avancer vers la mer de six à huit fois plus vite qu'avant. Il n'y en avait heureusement pas beaucoup à terre en amont de la barrière de Larsen, de sorte que le niveau de la mer n'a guère augmenté. L'événement nous