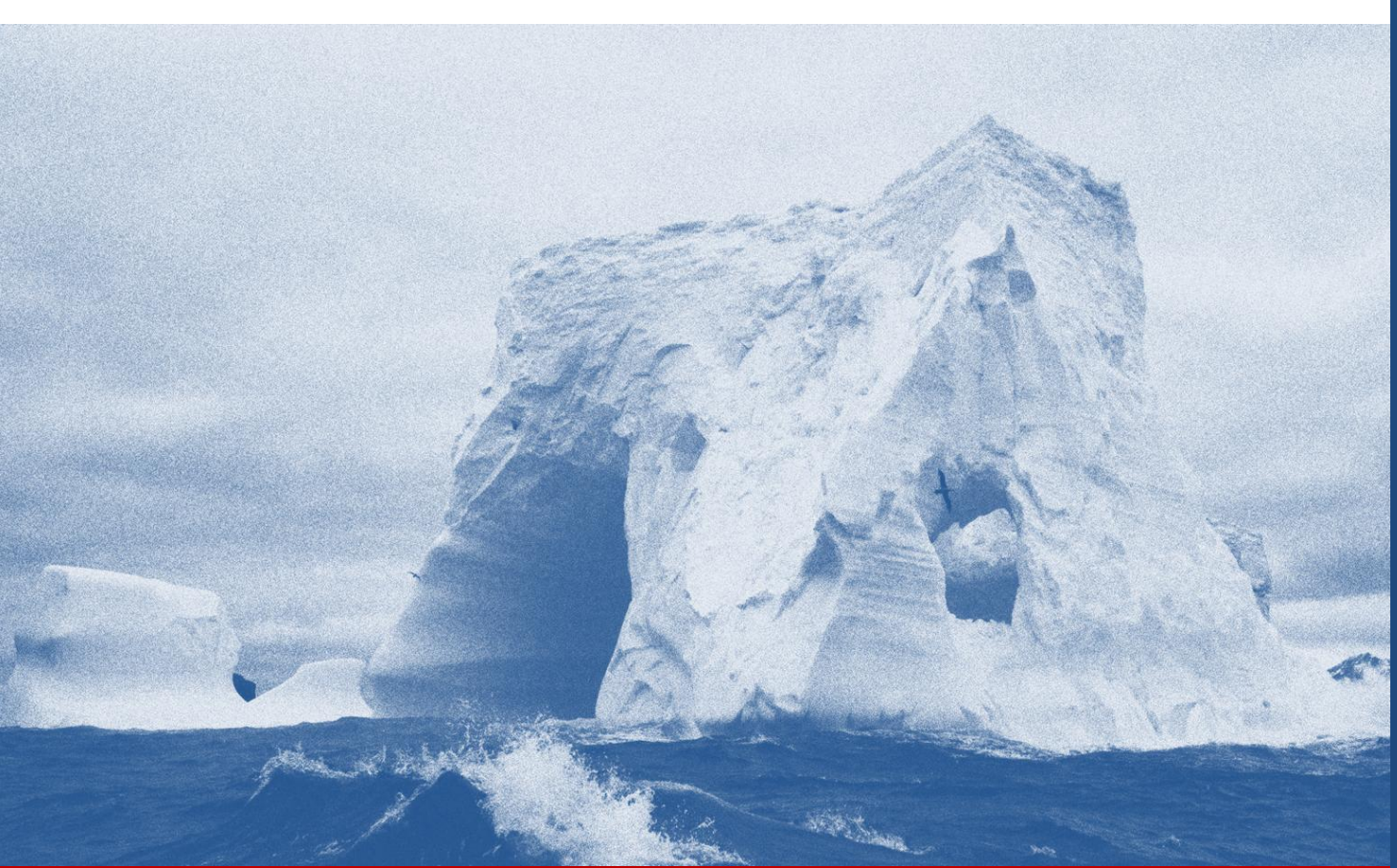




Des icebergs dans le désert : « Rêve de Glace » bientôt réel ou cauchemar pour demain ?



Centre
d'Études
Supérieures
de la Marine

Lénaïck ANDRÉ

MRIAE 2



cesm.etudes@marine.defense.gouv.fr

Des icebergs dans le désert : « Rêve de Glace » bientôt réel ou cauchemar pour demain ?

La Planète Bleue : des ressources en eau inexploitable ou inexploitées ?

La Terre porte bien son surnom de Planète Bleue : 72% de sa surface est recouverte d'eau. Paradoxalement, la pénurie d'eau est l'un des problèmes qui affecte le plus gravement une grande partie de la population mondiale. En 2025, selon les prévisions du programme ONU-Eau¹, 1,8 milliards d'hommes et de femmes vivront dans une région touchée par une pénurie d'eau complète et les deux tiers de la population mondiale seront affectés par une situation de stress hydrique (insuffisance d'eau de qualité satisfaisante, pour pouvoir répondre aux besoins humains et environnementaux). Résoudre les problèmes d'approvisionnement en eau est un enjeu crucial pour de nombreux pays qui manquent d'eau soit pour des raisons géographiques soit pour des raisons économiques comme le déficit d'infrastructures d'exploitation de leurs ressources. Différentes solutions existent déjà pour lutter contre la pénurie, comme les usines de dessalement mises en place par plusieurs pays du Moyen-Orient. Cependant le coût énergétique de cette technique demeure élevé et les pollutions engendrées ne sont pas négligeables. Ces infrastructures demandent par ailleurs un investissement financier très important que certains pays touchés par la sécheresse, en Afrique principalement, ne peuvent réaliser.

Aussi, avant de recourir à l'exploitation de l'eau salée, qui représente certes 97,5% des ressources hydriques planétaires, l'humanité ne pourrait-elle pas chercher à utiliser une plus grande part des réserves en eau douce de la planète ? En effet, à l'heure actuelle l'homme est capable d'exploiter seulement 1% des ressources disponibles d'eau douce. Où se trouvent donc les 2,5% d'eau douce disponibles sur Terre ? Seulement 0,3% dans les rivières et les lacs, 30% dans les nappes souterraines et enfin 70% sous forme de glace et de neiges éternelles. Face à ce constat on comprend que l'idée d'exploiter l'eau douce stockée sous forme de glace dans les icebergs peut faire rêver de nombreux ingénieurs, scientifiques et investisseurs.

Les icebergs : une ressource d'eau douce perdue dans les océans ?

Dès les années 1950, l'armée américaine a lancé un premier projet de recherche sur l'exploitation des icebergs comme ressource d'eau douce. Le projet n'aboutit pas et ce n'est que dans les années 1970 que cette idée sera relancée grâce à la rencontre de trois hommes : l'explorateur polaire français Paul-Émile Victor, l'ingénieur français Georges Mougin et le prince saoudien Mohamed al-Fayçal. Ce dernier finance la création de la société Iceberg Transport International dont Georges Mougin assure la direction technique. En 1977, le premier Congrès International sur l'utilisation des icebergs se tient à l'Iowa State University aux États Unis et réunit plus de 200 ingénieurs, scientifiques et journalistes. Cependant le

¹ UN-Water, "Statistics : Graphs and Maps", [en ligne]. <http://www.unwater.org/statistics.html> (page consultée le 1er décembre 2011).

projet n'aboutira pas, jugé trop polémique, trop coûteux mais surtout techniquement impossible. L'idée d'amener l'eau des icebergs dans le désert tombe alors dans l'oubli et n'est évoquée que pour la juger irréalisable comme en 2008 lorsque le journal *Libération* rapportait les déclarations de la Fondation Polaire Internationale : « *scientifiques et investisseurs sont aujourd'hui unanimes pour dire que les projets de remorquage d'iceberg ne verront jamais le jour* »².

Cependant, au début de l'année 2011, le remorquage d'icebergs est à nouveau au cœur de l'actualité, et fait l'objet de nombreux articles et reportages dans la presse écrite française et internationale mais également à la télévision comme dans un long reportage de l'émission *Thalassa* de mars 2011³. Georges Mougin qui n'avait jamais réellement abandonné l'espoir de remorquer des icebergs jusqu'à des pays souffrant de pénurie d'eau est au cœur de la relance du projet aujourd'hui connu sous le nom « d'Ice Dream ».

On peut comprendre la persévérance de cet ingénieur tant l'exploitation des icebergs paraît être une solution séduisante pour résoudre les problèmes d'approvisionnement en eau douce. Les icebergs, à ne pas confondre avec la banquise (eau de mer gelée), sont des montagnes de glace, détachées du front des glaciers polaires, qui dérivent dans les océans arctique et antarctique. Le volume d'eau douce contenu dans les icebergs qui se séparent chaque année des glaciers serait plus important que le volume cumulé de la production d'eau douce de toutes les rivières de la planète annuellement. Cette réserve d'eau douce est en quelque sorte perdue petit à petit dans l'eau salée lors de la fonte des icebergs, cette perte s'accroissant d'autant plus avec le réchauffement climatique et la disparition plus rapide des glaciers. L. Smith dont les propos sont rapportés dans un article sur le droit de la mer explique qu'un « *iceberg long de 1 mile [1,6 km], large de 1000 ft [300m] et profond de 900 ft [270 m] contient 20 milliards de gallons [75 millions de m³] d'eau fraîche suffisants pour approvisionner 445 000 familles en Grande Bretagne annuellement* »⁴. Les icebergs que souhaitent remorquer Georges Mougin sont de taille plus modeste mais pourraient fournir de l'eau douce aux habitants d'une ville de 35 000 habitants pendant un an.

Le projet « Ice-Dream » : la technologie 3D au service du rêve d'une vie

La relance d'un tel projet après tant d'années d'oubli fut possible grâce aux financements et aux technologies de Dassault Systèmes. Le défi était de réussir à simuler le remorquage d'un iceberg de Terre-Neuve aux Canaries afin d'étudier les différents paramètres influençant la fonte et la trajectoire de l'iceberg avant même d'essayer de tester réellement un tel remorquage. Les deux questions principales étaient de trouver le meilleur moyen de ralentir la fonte de l'iceberg et la meilleure solution pour le déplacer. En effet, déplacer un iceberg de plusieurs millions de tonnes du nord de l'Atlantique vers le sud nécessite de trouver le moyen, de le convoier de manière efficace, peu coûteuse et sûre mais aussi de limiter sa fonte. L'équipe réunie autour de Georges Mougin a réussi à simuler le parcours de l'iceberg en tenant compte « *des variations de la température des océans, [de] la force et [de]*

² Chevassus-Au-Louis, Nicolas (2008). "Déplacer des montagnes de glaces", *Libération*, 19 février.

³ Emission du vendredi 4 mars 2011 : "Rêve de Glace".

⁴ p.440 in Quilleré-Majzoub, Fabienne, "Glaces polaires et icebergs : quid juris gentium ?", *Annuaire français de droit international*, volumen 52, 2006. pp.432-454.

la direction du vent, [des] courants marins et [de] la force de traînée s'exerçant sur le bateau »⁵. La modélisation 3D a ainsi permis d'étudier le comportement de l'iceberg tout au long d'un parcours à travers l'Atlantique. L'équipe a d'abord analysé le comportement d'un iceberg réel pour réaliser le modèle, puis s'est intéressée aux différents paramètres pouvant l'affecter afin de créer et tester différents scénarios.

Dans un projet aussi controversé que le remorquage d'iceberg, cette modélisation est le seul espoir de voir un jour un iceberg effectivement tracté jusqu'aux Canaries. En effet, cette technique permet, sans investir des moyens financiers trop importants, de savoir ou non si le remorquage est réalisable, et d'établir les conditions optimales pour que la traversée se fasse dans les meilleures conditions possibles : « *La simulation virtuelle nous a permis de tester de nombreux scénarios en peu de temps, alors que ces tests auraient pris des années et exigé des ressources énormes dans le monde réel* », explique Cédric Simard⁶. Les ingénieurs de Dassault Systèmes ont établi la trajectoire idéale, le type de bateau nécessaire, la quantité de carburant utilisée, la durée du voyage et ont étudié différentes méthodes pour limiter la fonte.

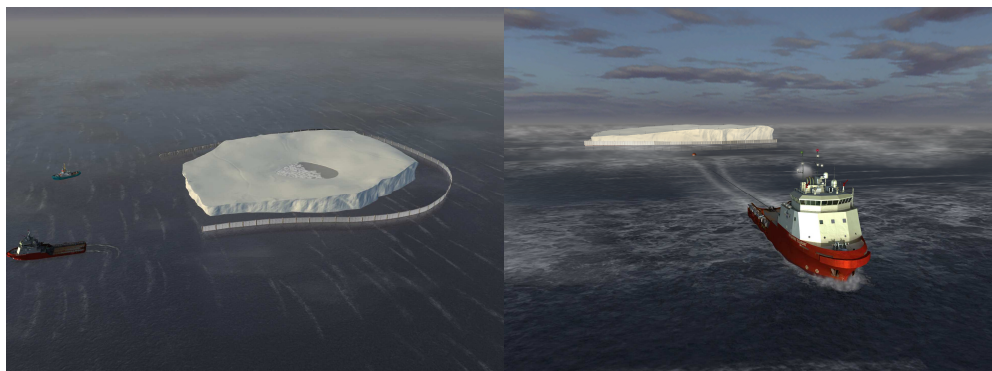
Un iceberg de Terre-Neuve aux Canaries : un voyage de presque cinq mois

Quelles sont donc les conclusions de la simulation 3D et quelles seraient les caractéristiques concrètes du projet de remorquage de Georges Mougin ? Le remorquage ne concernerait tout d'abord qu'un type d'iceberg particulier : les icebergs tabulaires. Ce sont des blocs de glace qui sont de véritables plateformes presque horizontales dont la forme est donc régulière et facilement exploitable, limitant ainsi les risques de fracture et de renversement. L'iceberg serait sélectionné à l'est de Terre Neuve et sa taille idéale serait de 20 mètres de hauteur hors d'eau pour presque 300 mètres sous la surface.

La première étape serait ensuite de protéger l'iceberg d'une fonte trop rapide. Pour cela les analyses des ingénieurs de Dassault Systèmes ont confirmé que le système de « jupe isotherme » imaginé par Georges Mougin était la meilleure solution. Un remorqueur encerclerait l'iceberg d'une ceinture qui protégerait sa partie la plus vulnérable, toute la zone en contact avec la houle. Puis, depuis cette ceinture se déploierait une jupe pour protéger la partie immergée de l'iceberg et limiter la fonte. Ainsi dans un voyage de Terre Neuve aux Canaries, un iceberg de 7 millions de tonnes perdrait seulement 38% de sa masse, cela permettrait à l'arrivée de répondre aux besoins en eau d'une ville de 35 000 habitants pendant un an. Le remorqueur ayant mis en place la protection tracterait ensuite l'iceberg jusqu'à sa destination d'exploitation en traversant l'Atlantique. Sur un trajet jusqu'aux îles Canaries, avec un départ le 3 juin, le voyage durerait 141 jours, avec une consommation de 4000 tonnes de mazout. Les différentes simulations ont établi qu'il n'était pas utile d'arrimer plusieurs remorqueurs, cela n'accélérerait pas la traversée mais augmenterait la consommation de mazout. Enfin, il ne s'agirait pas réellement de tracter l'iceberg mais de réaliser une dérive assistée, c'est-à-dire en profitant des courants, et non pas en luttant contre eux.

⁵ Lainé, Dora, "Rêve de glace : un iceberg pour de l'eau douce", in Dassault Systèmes, *Contact Mag*, [en ligne]. <http://www.3ds.com/contactmag/fr/article/ice-dream-towing-an-iceberg-for-fresh-water> (page consultée le 1er décembre 2011).

⁶ Chef de projet, stratégie et marketing interactifs chez Dassault Systèmes



© Dassault Systèmes

Une fois arrivée aux îles Canaries, la phase d'exploitation commencerait. L'amarrage de l'iceberg se ferait grâce à la ceinture de protection posée au début du transfert. L'iceberg serait alors exploité pour son eau douce mais permettrait aussi de produire de l'énergie ou d'alimenter des systèmes de refroidissement.

L'exploitation des icebergs : un futur cauchemar environnemental et juridique ?

A bien des égards, le projet de Georges Mougin paraît séduisant. D'un point de vue technologique, les défis à surmonter pour tracter et exploiter un iceberg sont complexes et passionnants. Mais c'est surtout l'impact bénéfique que pourrait avoir le remorquage d'icebergs sur des régions souffrant gravement de pénurie d'eau douce qui peut faire rêver alors que nous entrons dans une époque qui selon certains sera marquée par la « guerre de l'eau ». Cependant, malgré l'enthousiasme que peut soulever le projet de l'ingénieur français de nombreuses questions se posent au niveau juridique et environnemental pour éviter que ce « rêve de glace » ne se transforme en cauchemar. Quand on demande à Georges Mougin s'il n'a pas le sentiment de jouer aux apprentis sorciers en amenant un iceberg aux Canaries celui-ci répond : « *A l'état naturel les icebergs fondent. Leur transfert vers une destination prédéfinie ne change donc pas leur fonte, mais simplement le lieu où ils fondent et où l'eau douce va être exploitée plutôt que d'être simplement rejetée dans les océans* »⁷. La réponse est claire et rassurante mais les conséquences du projet « Ice Dream » sont-elles aussi évidentes ?

Un premier problème se pose autour de la consommation en carburant du remorqueur lors de la traversée. Comme il s'agit de concurrencer des techniques d'approvisionnement en eau qui consomment beaucoup d'énergie les ingénieurs ont cherché à minimiser au maximum la consommation en mazout lors du remorquage. D'après leurs estimations, le voyage de 140 jours environ vers les Canaries entraînerait une consommation de 4000 tonnes de mazout. A titre de comparaison, un porte-conteneurs géant, comme le CGA-CGM Andromeda, consomme plus de 10 000 tonnes de fuel pour en aller-retour entre l'Europe et l'Asie⁸. Étant donné la quantité d'eau apportée par un seul iceberg et que le voyage dure plus de 4 mois, la

⁷ Dassault Systèmes, "Ice Dream - FAQ" [en ligne]. <http://www.3ds.com/fr/icedream/faq/> (page consultée le 1er décembre 2011)

⁸ Groizeleau, Vincent, « Reportage : Le porte-conteneurs CMA CGM Andromeda et les lignes Asie – Europe », in *Mer et Marine* [en ligne]. <http://www.meretmarine.com/article.cfm?id=110145> (page consultée le 1er décembre 2011)

consommation en mazout du remorqueur apparaît plus que raisonnable. Apporter la même quantité d'eau par bateaux- citernes demanderait l'utilisation de plus d'une cinquantaine de navires. La solution choisie par Georges Mougin semble donc excellente du point de la consommation de carburant et donc de l'empreinte écologique.

Le transfert d'un iceberg vers des régions où il n'arriverait jamais naturellement pose le problème de l'impact environnemental sur l'écosystème voire même sur le climat de la zone d'arrivée comme des zones traversées. Là encore, l'équipe du projet « Ice Dream » se veut très rassurante et juge l'impact minime. Tout d'abord, pour répondre aux craintes de certains, les icebergs tabulaires n'abritent pas de colonies de phoques, ces derniers ne pouvant s'y reposer étant donné la forme des parois. Quant aux ours polaires, ils doivent vivre sur la banquise pour pouvoir se nourrir. Prélever un iceberg n'affecterait donc en aucun cas la faune de Terre Neuve. Qu'en est-il de la faune des zones traversées ? Selon Georges Mougin, le fait que l'iceberg soit toujours en déplacement et que sa taille soit infime par rapport à l'océan limite les effets néfastes que pourrait avoir le refroidissement de l'eau sur certaines espèces sous-marines. Quant aux conséquences à l'arrivée, l'équipe admet qu'il y aura la formation d'un brouillard aux alentours de l'iceberg, mais celui-ci se dissipera rapidement et naturellement. Il semblerait donc que des réponses soient données quant à l'impact écologique du remorquage d'iceberg. Il reste cependant encore des zones d'ombre quant à l'exploitation elle-même de cette eau, une fois arrivée aux Canaries, et sans test réel ses impacts sont peut-être sous-estimés. Toutefois, le nombre d'icebergs tabulaires exploitables étant limité, de même que les destinations de remorquage du fait de la technique de la dérive assistée, on peut imaginer que les impacts en seraient d'autant plus faibles.

Un dernier problème se pose autour du remorquage d'iceberg, cette fois d'ordre juridique : à qui appartiennent les icebergs et comment pourrait-on éviter leur surexploitation si le projet venait à être réalisé et s'avérait rentable ? Ce sont les questions posées par Fabienne Quilleré-Majzoub dans un article publié dans l'*Annuaire français de droit international* paru en 2006⁹, dans le but de trouver les solutions à ce qui pourrait être un futur problème juridique (l'exploitation de l'eau douce des icebergs pour de l'embouteillage existe déjà mais à très petite échelle). La situation juridique des icebergs dépend de leur localisation. S'ils sont situés dans les eaux territoriales ou dans les zones économiques exclusives d'un État, ils lui appartiennent. Il faudrait donc avoir recueilli l'accord de celui-ci pour commencer l'exploitation. Mais en haute mer ? L'iceberg appartient alors à celui qui décide de l'utiliser en tant que « *ressources naturelles appropriables par tous* »¹⁰. Dans les eaux contrôlées par un État celui-ci peut donc décider librement de « récolter » les icebergs et peut aussi délivrer des licences d'exploitation comme l'a déjà fait le Canada depuis 1999. L'absence de protection juridique des icebergs de haute mer pourrait donc conduire à une exploitation incontrôlée de ces ressources même dans des zones par ailleurs fortement protégées comme l'Antarctique. On pourrait donc imaginer, si les projets de remorquage d'icebergs à grande échelle aboutissent, que surgissent des tensions quant à leur exploitation en haute mer, avec une compétition entre Etats ou entreprises pour le contrôle d'un maximum de ressources hydriques. Certains Etats comme le Danemark ont tenté d'argumenter que les icebergs

⁹ Quilleré-Majzoub, Fabienne, op.cit.

¹⁰ p.443 in Quilleré-Majzoub, Fabienne, op.cit.

appartiendraient à l'Etat qui contrôle la région dont ils se sont détachés ; cependant il ne semble pas y avoir de base juridique solide pour soutenir cette position. Rien dans le droit international ne s'oppose en effet actuellement au remorquage d'iceberg vers des pays qui l'accepteraient, malgré une volonté de les considérer comme partie du patrimoine commun à l'humanité. Il faudrait selon Fabienne Quilleré-Majzoub faire un effort de définition juridique des icebergs si l'on veut les protéger efficacement, surtout en Arctique. En attendant il semble que tout navire, au nom d'un Etat ou d'une entreprise, aurait donc la possibilité de remorquer un iceberg en vue de l'exploiter.

Le projet de Georges Mougin pose donc de nombreuses questions. Bien que l'intention soit noble et utile quand on considère les défis qui vont devoir être surmontés dans les années à venir pour gérer la crise de l'eau, le remorquage d'icebergs ouvre peut-être la porte à des conséquences écologiques sous-estimées, voire insoupçonnées. En outre, le manque de protection des icebergs, au sens juridique, pourrait amener une exploitation incontrôlée de la ressource disponible. Quels risques environnementaux sommes-nous prêts à assumer pour résoudre le problème de la pénurie d'eau ? La question se posera peut-être de manière bien plus pressante dans quelques mois si les essais envisagés par Georges Mougin au large de Terre Neuve au printemps 2012 grâce à sa nouvelle société WPI (Water and Power from Iceberg) se révèlent concluants.