

donc de sens au regard de la lutte contre le réchauffement climatique que s'il ne conduit pas à plus d'émission qu'il n'en soustrait. Il faut également considérer l'aspect économique d'une fourniture en CO_2 suffisamment pur pour être utilisé; on estime aujourd'hui que le coût de la récupération du CO_2 dans les fumées de combustion et sa purification est d'environ 50 à 100 dollars par tonne, ce qui correspondrait à entre 5 et 10 % du prix d'un carburant solaire si son prix de vente devait être comparable à celui (hors taxes) d'un carburant liquide classique.

Pour satisfaire à ces contraintes, certaines équipes proposent une solution passant par la valorisation photo-assistée du dioxyde de carbone en deux étapes: une première consisterait à produire de l'hydrogène issu de la photodissociation de l'eau, et dans une deuxième étape cet hydrogène servirait à convertir le CO_2 par un procédé chimique catalytique plus classique et bien maîtrisé, par exemple la réaction de Sabatier ($\text{CO}_2 + 4 \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$) qui est catalysée par des métaux tels que le fer, le cobalt ou le ruthénium.

On peut aussi envisager une réduction partielle du CO_2 en CO, *via* la réaction bien connue $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$, puis la synthèse d'hydrocarbures selon le procédé Fischer-Tropsch, qui est déjà industrialisé ($n \text{CO} + (2n+1) \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n+2} + n \text{H}_2\text{O}$).

Atteindre un rendement supérieur à 10 %

Cependant, à ces cascades de réactions sont associées bien évidemment des cascades de rendements, et chaque étape supplémentaire représente au mieux un peu de dissipation, au pire une consommation supplémentaire en matière première ou en énergie primaire. Il y a donc un optimum délicat à trouver.

Selon une étude publiée en 2013 par Ellen Stechel et James Miller, des laboratoires Sandia aux États-Unis, la synthèse de carburants solaires *via* l'utilisation de CO_2 reste un défi, mais est néanmoins tout à fait plausible sur le plan économique à condition que le rendement énergétique global soit supérieur à 10 %. Ce seuil est donc un objectif concret pour les chercheurs.

Le concept de carburant solaire représente un défi, mais il n'est pas farfelu. Pour s'en convaincre, la mise en place sur l'ensemble des terres en jachère en France métropolitaine (500 000 hectares selon l'Insee, soit environ la superficie d'un département) de systèmes convertissant l'énergie solaire en énergie chimique avec un rendement de 10 % permettrait d'assurer la moitié des besoins énergétiques français (de l'ordre de 1 600 TWh). Si une telle conversion de l'usage des sols en France paraît très improbable, ce n'est pas le cas pour des pays comprenant de vastes zones désertiques très insolées, au Maghreb et au Moyen-Orient par exemple.

Reste que plusieurs années de recherche et développement seront nécessaires avant que les carburants solaires trouvent une place dans la transition énergétique qui s'impose à nos sociétés. Pour ce faire, il faudra mobiliser de nombreuses ressources humaines et matérielles, dans le cadre de collaborations internationales étroites – où les clivages idéologiques actuels seraient dépassés... ■

Dans l'interêt de la science

france

mathieu vidard | la tête au carré 14:05-15:00

france **intervenez**
franceinter.fr

Faut-il vendre la peau de l'ours polaire ?

Rémy Marion et Farid Benhammou

L'ours blanc, un cousin de l'ours brun adapté à la banquise, est menacé par la réduction et la pollution de son habitat. On peine cependant à quantifier l'impact réel de ces menaces sur ses populations.

Sur une plage de Kaktovik, au nord de l'Alaska, des ours polaires, des animaux pourtant solitaires, cohabitent. Pourquoi ? À cause de la présence d'une carcasse de baleine pêchée par des Inuits, peuple autochtone de cette partie de l'Arctique. Le plus surprenant est moins le recours de plus en plus fréquent à cette ressource alimentaire opportune que le concurrent qui se présentera une nuit pour profiter du festin : un grizzli, c'est-à-dire un ours brun nord-américain. Avec le changement climatique, le seigneur de l'Arctique serait-il en train de se faire supplanter par son cousin brun remontant vers le nord, tandis que son milieu, petit à petit, s'amenuise ?

L'ours polaire est devenu le symbole de la lutte contre le réchauffement climatique. La société occidentale s'est appropriée cet icône au point de la faire figurer non seulement dans toutes les campagnes de sensibilisation, mais aussi dans la communication mercantile de nombreuses sociétés commerciales ou de certaines ONG. L'ours polaire devient notre double, notre reflet sauvage, habitant d'une nature qui nous

L'ESSENTIEL

- L'ours polaire est devenu un symbole de la lutte contre le réchauffement climatique.
- Ce cousin proche de l'ours brun s'est adapté à la vie sur la banquise. La réduction et la pollution de ce milieu le menacent.
- Pour autant, on observe des comportements adaptatifs peu documentés jusque-là.
- La connaissance de cette espèce et de ses réactions aux changements du milieu étant insuffisante, les menaces sont mal évaluées.

échappe culturellement et géographiquement. Ce grand prédateur est menacé. Sa démarche désinvolte de seigneur régnant sur les plus hautes latitudes ne doit pas nous faire oublier sa fragilité face au démantèlement de son lieu de vie, l'Arctique. Pour comprendre cette espèce, ce mythe vivant, il faut se pencher sur son évolution, son habitat, son aire de répartition, ainsi que sur les menaces réelles ou supposées auxquelles il doit faire face. C'est ce que nous allons faire afin d'entrevoir ses possibilités d'adaptation au changement climatique.

La mesure de Nanouk

Si les recherches de laboratoire et les publications scientifiques ouvrent de larges horizons de compréhension, c'est en passant des mois sur le terrain en tous lieux et toutes saisons que l'on peut prendre la mesure de Nanouk, comme le nomment les Inuits – lesquels ont des relations spirituelles mais aussi matérielles fortes avec l'animal, car, pour eux, c'est un autre de l'homme.

Lorsqu'on passe des années à observer les ours polaires, le moment le plus



■ LES AUTEURS

Rémy MARION, guide polaire et vidéaste, est, au titre de sa connaissance de la faune arctique, consultant scientifique de Pôles Actions, association de protection des écosystèmes polaires.

Farid BENHAMMOU, géographe de l'environnement, est chercheur associé au laboratoire RURALITES (EA 2252) de l'université de Poitiers ; il enseigne par ailleurs la géographie en classes préparatoires.

■ SUR LE WEB

Le site de l'association Pôles Actions : www.ourspolaire.org
Voir notamment les conférences des deux derniers colloques internationaux dédiés à l'ours polaire et à l'environnement arctique, organisés à Paris par l'association.

DES HYBRIDES OURS BLANC-OURS BRUN sont observés parfois au nord du Canada et en Alaska, régions où les deux populations d'ours sont désormais en contact. L'interfécondité des deux espèces atteste de leur proximité génétique.

intense est sans aucun doute la première sortie de tanière. Dans l'ancre maternel où les oursons sont nés en décembre, la température est douce. Leur mère leur offre ses tétines qui fournissent un lait riche en matières grasses. Ils ont passé trois mois blottis contre elle, et leur poids est passé de 0,8 à 12 kilogrammes. Dehors, début mars, le vent souffle, le paysage est blanc et sans repères, la luminosité intense. Alors que la température extérieure avoisine -40°C , une petite tête apparaît au-dessus d'une banquette de neige, puis une deuxième. Comme lors d'une nouvelle naissance, les oursons découvrent leur univers. Tandis qu'ils jouent déjà, une tête large et massive émerge du trou béant, puis deux pattes aux griffes courbes et puissantes, et enfin un corps énorme. L'ourse, toujours vigilante, veille sur sa progéniture.

Comment ces deux boules de poils immaculées et insouciantes pourront-elles devenir des colosses parcourant la banquise ? Pour répondre à cette question, il faut remonter le fil de l'évolution et considérer étape par étape les adaptations successives ayant abouti à l'ours polaire tel que nous le connaissons actuellement.

Les ancêtres des ours apparaissent au sein des carnivores il y a 22 millions d'années. Proche parent du petit panda, *Ursavus elmensis* n'était pas plus gros qu'un raton laveur. À partir de cette espèce souche, l'arbre évolutif se ramifie au cours du temps, au gré des contraintes environnementales et de la pression des autres espèces animales.

Les premiers à se différencier, il y a 15 millions d'années, sont les ancêtres du grand panda, seul carnivore à ne manger qu'un type de plante, le bambou.

Neuf millions d'années plus tard, c'est au tour des ancêtres de l'actuel ours à lunettes – qui vit encore au nord-ouest de l'Amérique du Sud – d'être sélectionnés, constituant le groupe des ours à face courte. Ces ours investissent l'Amérique. Certains étaient hauts sur pattes, ce qui leur permettait de poursuivre les grands herbivores, et devaient peser près d'une tonne. Ils ont été exterminés par l'arrivée des hommes sur le continent et la concurrence avec les premiers ours bruns et noirs originaires d'Europe et d'Asie. La famille des ursidés, qui comprend l'ours à collier, l'ours noir américain, l'ours lippu, l'ours des cocotiers, l'ours brun et l'ours polaire, n'a réellement fait son apparition qu'il y a 5 millions d'années.

Deux espèces d'ours proches biologiquement

L'ours polaire et l'ours brun sont issus de la même lignée. Les travaux d'Alexandre Hassanin, chercheur au Muséum national d'histoire naturelle, à Paris, démontrent, grâce aux plus récentes études génétiques sur les ADN mitochondrial et nucléaire, que les deux espèces se sont séparées il y a 550 000 ans, c'est-à-dire hier à l'échelle géologique. Par ailleurs, les analyses d'ADN montrent que les ancêtres des ours polaires ont croisé au moins à deux reprises des ours bruns, une première fois voilà 350 000 ans, puis il y a 120 000 ans. Au cours du Pléistocène (il y a 2,58 millions d'années à 11 700 ans), l'alternance des glaciations et déglaciations a permis le croisement des deux espèces qui échangeaient leurs territoires au gré de l'avancée ou du recul des glaces. En période de glaciation, des ours bruns se sont trouvés piégés dans quelques îlots comme les îles Admiralty, Baranof et Chichagof au sud de l'Alaska, mais aussi en Irlande et en Écosse. Pendant ce temps, les ours polaires étendaient leur aire de répartition.

Le plus ancien reste osseux d'ours polaire connu à ce jour a été découvert au Svalbard, un archipel arctique norvégien. Il est daté de 130 000 ans. Les analyses d'ADN ont montré que son propriétaire était davantage « ours polaire » que les ours actuels, des ours bruns étant depuis passés par là. Un exemple frappant est celui d'une

