

convergence des yeux pour la vision de près, n'est pas à sa verticale, mais plus proche du nez. Sur le couloir qui relie ces deux zones, il est tout à fait envisageable de modeler la surface pour qu'elle soit localement proche d'une calotte sphérique et que son rayon de courbure passe continûment de la valeur requise pour la correction de loin à celle requise pour la correction de près.

### IMPOSSIBILITÉ GÉOMÉTRIQUE

En revanche, il est impossible d'imposer que les deux rayons de courbure principaux soient égaux sur l'ensemble de la surface. Par conséquent, sur une partie du verre, les rayons de courbure principaux seront nécessairement différents, ce qui produira de l'astigmatisme. C'est donc au verrier de trouver le compromis pour garantir le meilleur confort visuel possible.

Il y a deux grandes options. L'une est d'avoir, entre les zones de visions proche et lointaine du verre, un couloir où l'astigmatisme est très faible. Cela implique qu'en s'éloignant de ce couloir, ce défaut

### BIBLIOGRAPHIE

D. Keeports, **Building a multifocal lens**, *The Physics Teacher*, vol. 51(4), pp. 250-251, 2013.

Collectif, **Les verres progressifs**, *Les Cahiers d'Optique Oculaire*, Essilor Academy Europe, 2006, disponible sur [www.essiloracademy.eu](http://www.essiloracademy.eu)

S. S. Lane et al., **Multifocal intraocular lenses**, *Ophthalmology Clinics of North America*, vol. 19(1), pp. 89-105, 2006.

deviendra rapidement très important et aura un impact négatif sur la vision périphérique. L'autre option est de s'autoriser des défauts plus également répartis sur toute la surface, mais qui seront d'amplitudes plus faibles. Le verre progressif qui corrige parfaitement tout le champ de vision des presbytes n'existe pas!

Un autre problème, d'ordre plus pratique, est lié à l'épaisseur du verre: comme la courbure de la partie supérieure du verre est différente de celle de sa partie inférieure, le haut du verre sera en général plus épais qu'en bas.

Pour obtenir des verres plus minces dans leur partie haute et plus légers, les opticiens ont une astuce qui consiste à incliner verticalement la surface postérieure du verre. On peut le faire de telle façon que la correction optique ne soit pas modifiée; mais cela décale légèrement et verticalement tout le champ de vision. Avec l'existence du couloir de vision sans astigmatisme, c'est l'une des raisons pour lesquelles il vaut mieux s'habituer progressivement aux verres... progressifs. ■

Direction de l'innovation et des relations avec les entreprises

## Organisme de formation continue

**cnrs**  
**formation**  
**entreprises**

➤ 200 formations technologiques courtes proposées par le CNRS sur ses plateformes de recherche pour les ingénieurs et les techniciens

### ➤ Domaines de formation

Big data, robotique, énergie, matériaux, biologie, microscopie, spectrométrie, RMN... et plus encore

**+ de 1100 stagiaires formés chaque année**



Découvrez nos stages sur **cnrsformation.cnrs.fr**



contact : [cfe.contact@cnrs.fr](mailto:cfe.contact@cnrs.fr) ou +33 (0)1 69 82 44 55

🌐 @CNRS\_CFE

## L'AUTEUR



**HERVÉ LE GUYADER**  
professeur émérite de biologie  
évolutive à l'université  
Pierre-et-Marie-Curie, à Paris

*Ursus maritimus*

Poids : entre 400 et 600 kg (mâle),  
entre 200 et 350 kg (femelle)

Taille : 2 à 3 m (mâle), 1,8 à 2 m (femelle)

Durée de vie moyenne : 25 à 30 ans

# COMMENT L'OURS POLAIRE A CONQUIS L'ARCTIQUE

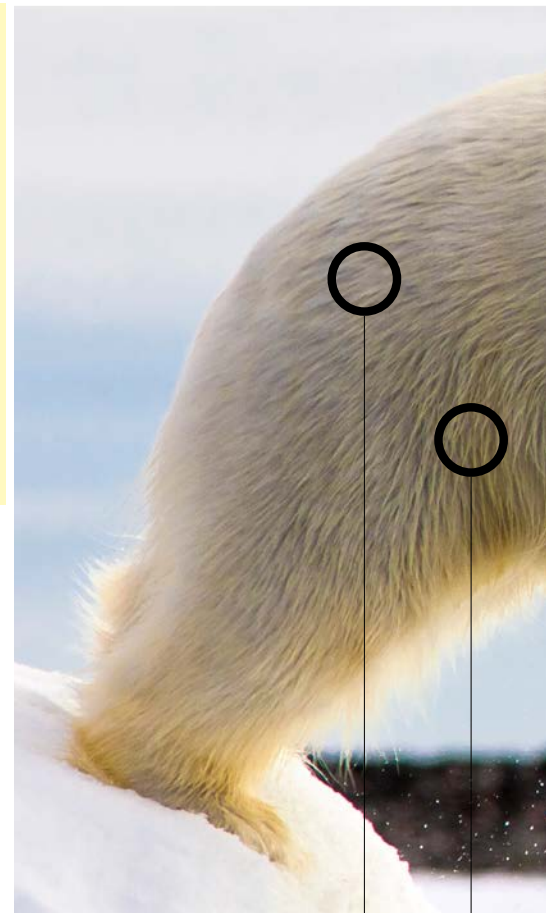
Prenez une population ancestrale d'ours bruns sur le déclin, plongez-la dans une période interglaciaire bien chaude, et vous obtiendrez un mammifère aux capacités plus qu'étonnantes.

**L'**ours polaire (*Ursus maritimus*) est un excellent nageur. L'utilisation de colliers GPS sur des femelles a révélé que certaines parcourent plusieurs centaines de kilomètres dans l'eau glacée en quelques jours ! En 2005, des biologistes de l'université d'Anchorage, en Alaska, ont ainsi suivi les déplacements d'une vingtaine d'ourses dans le nord de l'Alaska. Partie le 20 juin de la péninsule de Point Hope, une ourse a nagé 210 km jusqu'au 25 juin, s'est reposée une journée sur un petit iceberg, puis a repris sa traversée, parcourant 144 km avant d'atteindre la banquise, le 30 juin. Soit 354 km parcourus en 9 jours, à une vitesse moyenne de 1,6 km/h, dans une mer à moins de 4°C et sans ravitaillement.

Cet exploit met en évidence les principales adaptations que l'ours polaire a acquises au fil de l'évolution : protection contre le froid, capacités musculaire et

cardiaque étonnantes, gestion énergétique optimale... Aujourd'hui, les études de son génome nous content les originalités de cet athlète extraordinaire, dont les prouesses, connues des Inuits, ont longtemps été considérées comme des exagérations par les Occidentaux. Analysées dans un cadre évolutif, ces données non seulement étayent le scénario d'une adaptation rapide à un milieu extrême, mais invitent aussi à revisiter la différence entre le normal et le pathologique.

En 2014, un consortium international a précisé l'origine évolutive d'*Ursus maritimus* en étudiant les phylogénies moléculaires de cette espèce et de l'ours brun *Ursus arctos* – le grizzly américain –, c'est-à-dire en recherchant des liens de parenté à l'aide de séquences de gènes communs aux deux espèces. Résultat : l'ours polaire s'est différencié de l'ours brun il y a environ 400 000 ans. D'un point de vue évolutif, cette séparation



3 à 4 g/l de cholestérol et 2 à 3 g/l de triglycérides dans le sang : une charge lipidique sanguine qui serait fatale à la plupart des mammifères (le sang humain porte de l'ordre de 1 g/l de cholestérol et 1,5 g/l de triglycérides).

Couche de graisse sous-cutanée comparable à celle des autres mammifères, malgré le froid polaire

Grande taille, tête profilée, fourrure claire. Ces traits ont pu être vite acquis, les ours étant très plastiques, comme les chiens : parmi les grizzlys, la sous-espèce kodiak atteint plus de 3 m, alors que l'ours des Alpes mesure environ 1,70 m – une différence du même ordre que celle entre un saint-bernard et un chihuahua.

## EN CHIFFRES

# 687 km

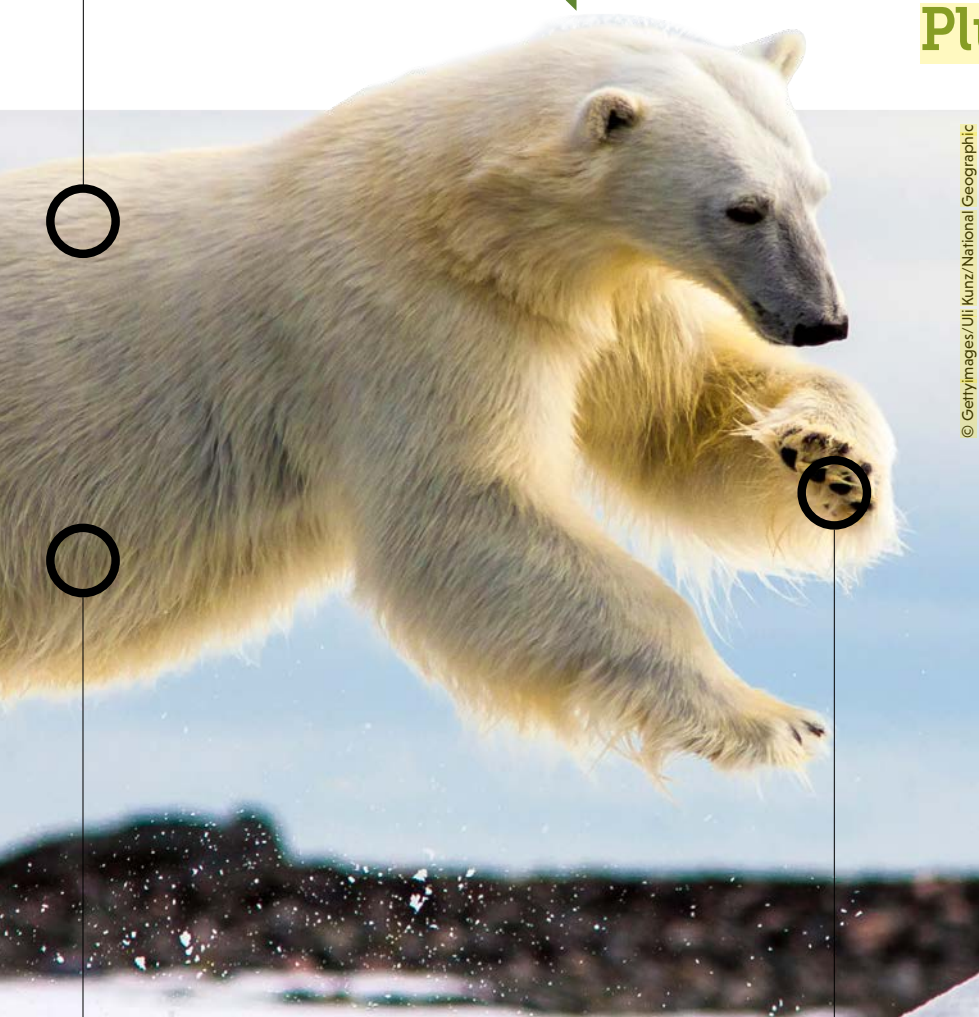
C'est la distance qu'a parcourue en neuf jours une femelle à la nage dans la mer de Beaufort en 2008.

# 26 000

ours polaires environ dans le monde, répartis en 19 sous-populations.

## Plus de 1 million

de km<sup>2</sup> de banquise arctique en moins en mars 2017 par rapport à la moyenne des relevés effectués en mars sur la période 1981-2010.



© Gettyimages/Uli Kunz/National Geographic

hypothèse est que, profitant du recul de la banquise, une population ancestrale d'ours bruns aurait colonisé des régions septentrionales, auparavant inhabitables. La raréfaction des animaux aurait alors favorisé l'isolement de petites populations au fur et à mesure que la banquise s'étendait à nouveau durant le refroidissement climatique.

### UN TISSU ADIPEUX... NORMAL

Comme chez beaucoup d'animaux polaires, l'isolation thermique est réalisée par une couche sous-cutanée de graisse. Mais, si le tissu adipeux des cétacés et des phoques – le « blanc » –, riche en collagène et très vascularisé, constitue un isolant d'une grande efficacité, celui des ours polaires n'a rien de particulier : sa fonction est avant tout de stocker de l'énergie, comme chez l'ours brun et les autres mammifères non polaires. La spéciation de l'ours polaire serait-elle trop récente pour qu'une nouveauté anatomique de cette importance ait pu être sélectionnée ?

Néanmoins, les ours polaires se nourrissent surtout du blanc des phoques, qu'ils assimilent à plus de 80 %. Comment survivent-ils à un régime alimentaire si gras ? C'est là qu'interviennent deux adaptations clés. Leur charge lipidique sanguine semble hors du commun : entre 3 et 4 grammes de cholestérol par litre et entre 2 et 3 grammes de triglycérides par litre, ce qui serait fatal à la plupart des mammifères. Parallèlement, l'ours polaire passe par plusieurs états physiologiques : l'hibernation, le jeûne, l'appétit et l'hyperphagie (l'ingestion de très grandes quantités de nourriture).

Le jeûne est essentiel : l'animal reste actif, mais sans sensation de faim, ce qui ➤

### Peau noire et poils blancs.

L'ours polaire est un animal leucique : les cellules pigmentaires – les mélanocytes – colonisent sa peau, mais pas les follicules pileux, tandis que chez un animal albinos, les mélanocytes colonisent bien les poils, mais ne produisent pas leur pigment, la mélanine.

Capable de jeûner plusieurs jours, puis d'ingérer jusqu'à 20 % de son poids en viande et graisse.

est très récente : elle s'est produite il y a environ 20 000 générations. D'ailleurs, entre les deux espèces, le flux de gènes n'a jamais été interrompu.

Deux événements ont pu favoriser cette spéciation. D'une part, la date de divergence correspond à une période chaude – le plus long interglaciaire (50 000 ans) de ce dernier demi-million d'années. D'autre part, grâce à de récents algorithmes, les chercheurs ont estimé la taille des populations d'ours avant et après la divergence. Ils ont constaté qu'avant la divergence, la population d'ours bruns s'est effondrée. Une