

THEME 1A - Génétique et évolution

TP6 - La notion d'espèce et ses limites

« En 2006, un ours blanc portant des taches brunes est tué par un chasseur américain. Après analyse de son ADN, il s'avère qu'il s'agit d'un hybride entre l'ours polaire et le grizzly. Ce premier cas reste isolé jusqu'à ce que soit confirmé, au printemps 2010, qu'un nouvel ours bicolore venait d'être tué. Fourrure blanche et pattes brunes, l'animal est cette fois une chimère de seconde génération, né d'un grizzly mâle et d'une femelle hybride »

La fonte de la banquise donne naissance au "pizzly" (17 décembre 2010), par Catherine Vincent - Le Monde



Problème posé : Qu'est-ce qu'une espèce et comment se forment les nouvelles espèces ?

Votre objectif est d'expliquer l'émergence d'un nouveau type d'ours : le Pizzly.

Matériel :

- PC et site internet : <http://arctic.atmos.uiuc.edu/cryosphere/>
- Documents à demander au professeur
- Votre livre p64 à 71 (BORDAS)

Propositions d'activités	Capacités & Critères de réussite
Activité : L'émergence d'une nouvelle espèce ? L'exemple du Pizzly ➤ Rédigez un <u>article scientifique court</u> qui permettra de répondre aux problèmes posés dans l'article de Catherine VINCENT. Quelques pistes pour guider vos réflexions : ➤ Identifier si le Grizzly et l'Ours Polaire sont des espèces différentes ➤ Précisez ce qu'est un Pizzly ➤ Déterminez si le Pizzly est une nouvelle espèce et proposez une reformulation de la définition d'espèce ➤ Déterminez les facteurs qui ont contribué à l'émergence du Pizzly ➤ Envisagez quels sont les effets de la dérive génétique et de la sélection naturelle dans la formation du Pizzly. ➤ Envisagez comment les 3 populations d'ours peuvent évoluer à l'avenir.	Récolter des informations / Adopter une démarche explicative Raisonner, argumenter <i>Cohérence entre l'interprétation et les résultats</i> Récolter des informations / Adopter une démarche explicative Communiquer <i>Qualité scientifique et clarté de votre article, texte compréhensible par le grand public</i> Gérer et organiser le poste de travail

La découverte d'une nouvelle espèce : le Pizzly ?

Le **Pizzly**, encore appelé **Grolar** ou **Prizzly** a été identifié en milieu naturel sur l'île de Banks, au nord-ouest du Canada, pour la première fois en 2006. Des cas plus anciens d'hybridation avaient été rapportés. Bien que probables, ils n'avaient pu être confirmés car les « techniques ADN » n'étaient alors pas disponibles. D'autre part, des cas d'hybridation ont été observés, notamment au Zoo d'Osnabrück en Allemagne. L'étude de ces pizzlys montre qu'ils seraient **moins résistants aux grands froids et présenteraient des aptitudes à la nage plus faibles que leurs cousins l'Ours polaire**.



Voici pour rappel l'article du Monde qui fait état de cette découverte.

"En 2006, un ours blanc portant des taches brunes est tué par un chasseur américain. Après analyse de son ADN, il s'avère qu'il s'agit d'un hybride entre l'ours polaire et le grizzly. Ce premier cas reste isolé jusqu'à ce que soit confirmé, au printemps 2012, qu'un nouvel ours bicolore venait d'être tué. Fourrure blanche et pattes brunes, l'animal est cette fois une chimère de seconde génération, né d'un grizzly mâle et d'une femme hybride".

Extrait d'un article du journal "Le Monde", rédigé le 17 décembre 2010, par Catherine Vincent.

Ainsi, le pizzly est le résultat du croisement entre un ours polaire et un grizzly. Si les 2 ours parentaux sont des espèces différentes, on peut donc penser qu'il s'agit d'un **hybride interspécifique** comme c'est le cas des ligres ou des mules. En effet, *Ursus maritimus* (l'Ours polaire) et *Ursus arctos* (l'Ours brun, ou grizzly) sont considérés comme deux espèces d'ours différentes. Néanmoins, la définition biologique de l'espèce formulée par **Ernst Mayr en 1943** stipule que **deux individus appartiennent à la même espèce s'ils se ressemblent, peuvent se reproduire et que leurs descendants sont viables et fertiles**. Ainsi, l'article de Catherine Vincent met en lumière un problème : avec la définition d'espèce proposée par Ernst Mayr, ces 3 ours formeraient une seule espèce. Ce problème sera retrouvé dans tous les cas d'hybrides interspécifiques fertiles. Il faut donc envisager de compléter la définition d'espèce avec de nouveaux éléments.

Actuellement, les données sur les pizzlies sont très éparées (quelques individus seulement) et on ne sait pas exactement combien de représentants seraient présents. Les quelques cas identifiés ont permis de construire une aire de répartition hypothétique (ci-contre).



Piste de recherche suivante :

- Comment peut-on expliquer l'apparition du Pizzly, hybride fertile ?
- Ours Brun et Ours polaire sont-ils des espèces différentes ?

Aire de répartition du grizzly

Ursus arctos d'Amérique du nord
(= grizzly ou ours brun)



Aire de répartition de l'Ours Polaire

Ursus maritimus
(= ours polaire)



Comparaison de l'ours polaire et du grizzly

<i>Ours</i>		<i>Ursus arctos</i> d'Amérique du Nord (= grizzly ou ours brun)	<i>Ursus maritimus</i> (=ours polaire)
<i>Caractéristiques</i>			
<i>Pelage</i>		<i>Brun</i>	<i>Blanc uniformément</i>
<i>Dimensions</i>	<i>Tête et corps</i>	<i>1.7 à 2.8 m</i>	<i>1.8 à 3m</i>
	<i>Hauteur au garot</i>	<i>0.9 à 1.5m</i>	<i>1 à 1.6 m</i>
<i>Membres</i>		<i>Griffes non rétractiles de 5 à 7 cm à la main et 3 à cm au pied</i>	<i>Griffes plus courtes et plus acérées. Doigts partiellement palmés</i>
<i>Régime alimentaire</i>		<i>Omnivore</i>	<i>Carnivore</i>
<i>Milieu de vie</i>		<i>Forêts, zones côtières, montagnes</i>	<i>Banquise</i>
<i>Période d'accouplement</i>		<i>Mai à Juillet</i>	<i>Avril à Juin</i>
<i>hibernation</i>		<i>De décembre à mi-mars</i>	<i>Seules les femelles gestantes hibernent</i>

Piste de recherche :



Justifier le fait que l'ours polaire et l'ours brun appartiennent à deux espèces différentes

Génétique et hybridation chez les Ursidés

Le taxon des Ursidés réunit 8 espèces présentes en Eurasie et en Amérique. Des données fossiles semblent indiquer la présence passée de ce taxon en Afrique, aucune donnée ne concerne l'Australie.

- Six de ces espèces possèdent un caryotype à 74 chromosomes : seuls le panda géant (42 chromosomes) et l'ours à lunettes (52 chromosomes) possèdent un nombre différent de chromosomes.
- De **nombreux cas d'hybridations** ont été observés chez les ours, en captivité mais aussi dans la nature. Lorsque le statut reproducteur des hybrides est connu, ceux-ci sont généralement fertiles. Il est à noter cependant qu'il n'y a pas d'exemples d'hybridations avec les pandas, ces derniers présentant des différences génétiques majeures avec les autres espèces d'ours, notamment par leur nombre de chromosomes :

- Nombreux cas d'hybridations fertiles observées en captivité, puis plus récemment dans la nature, entre l'**ours polaire (*Ursus maritimus*)** et l'**ours brun (*Ursus arctos*)** de l'Amérique du nord.

- Un hybride recueilli ourson dans la nature et étudié en 2005 par Galbreath et al, au Cambodge, entre un **ours des cocotiers (*Ursus malayanus*)** et un **ours à collier (*Ursus thibetanus*)**.

- Un hybride né en captivité, entre un **ours des cocotiers (*Ursus malayanus*)** et un **ours lippu (*Melursus ursinus*)**.

- Plus étonnant peut-être, un hybride né en captivité d'un croisement entre un **ours à collier (*Ursus thibetanus*)** et un **ours à lunettes (*Tremarctos ornatus*)** ! Les études menées ont montré que cet hybride était fertile.

Ainsi, le critère biologique d'interfécondité, généralement utilisé pour définir la notion d'espèce, peut parfois être mis en défaut. Il est donc nécessaire d'appliquer une **dimension temporelle** à la notion d'espèce.

		- P A T E R N A L -							
		<i>Ailuropoda melanoleuca</i>	<i>Helarctos malayanus</i>	<i>Melursus ursinus</i>	<i>Tremarctos ornatus</i>	<i>Ursus arctos</i>	<i>Ursus thibetanus</i>	<i>Ursus americanus</i>	<i>Ursus maritimus</i>
- M A T E R N A L -	<i>Ailuropoda melanoleuca</i>	X							
	<i>Helarctos malayanus</i>		X						
	<i>Melursus ursinus</i>		X	X					
	<i>Tremarctos ornatus</i>				X				
	<i>Ursus arctos</i>					X		X	X
	<i>Ursus thibetanus</i>					X	X		
	<i>Ursus americanus</i>					X		X	
	<i>Ursus maritimus</i>					X			X

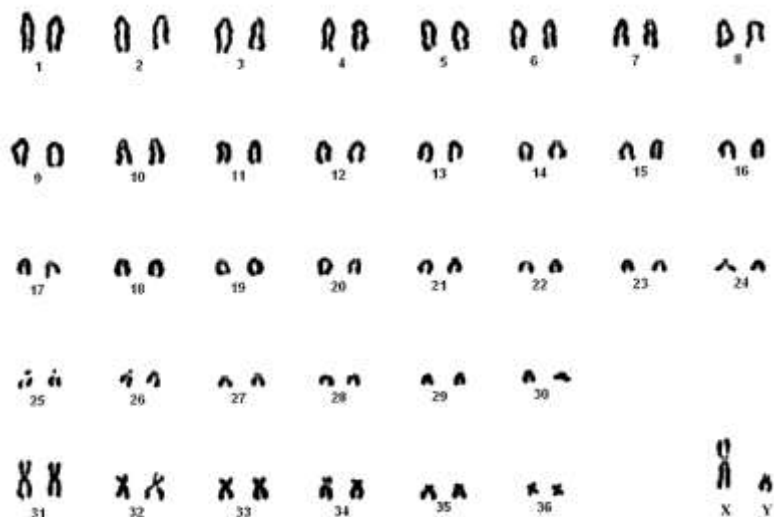
(Source : http://en.wikipedia.org/wiki/Grizzly%E2%80%93polar_bear_hybrid)

Piste de recherche :

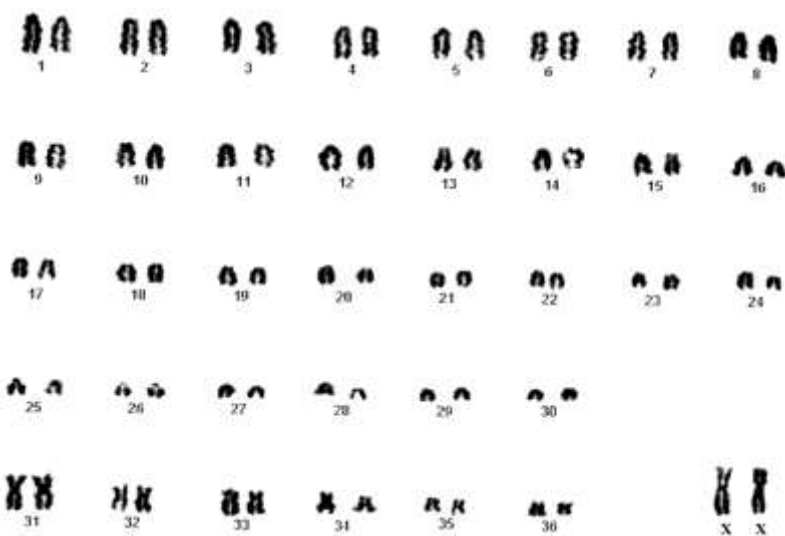


Expliquer en quoi le critère d'interfécondité ne peut pas suffire pour définir la notion d'espèce

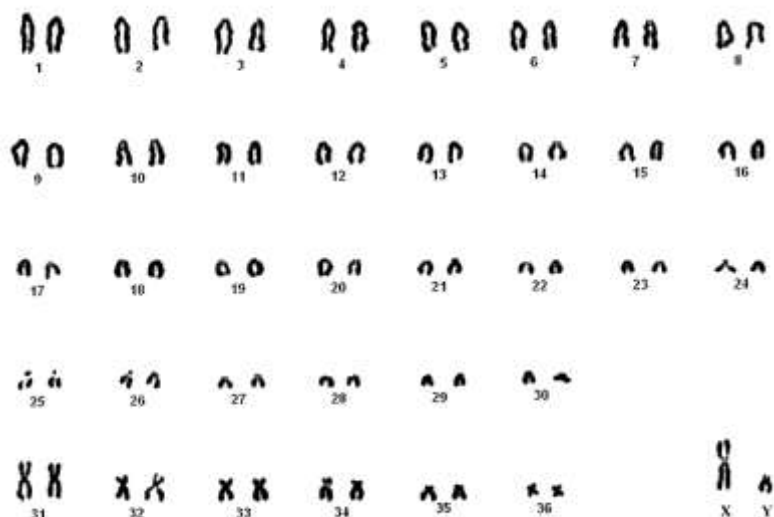
Caryotype d'un ours blanc (mâle)



Caryotype d'un grizzly (femelle)



Caryotype d'un pizzly (mâle)



Pistes de recherche :



Quelle est la formule caryotypique ($2n=$) ?



Ces caryotypes sont-ils identiques, différents, proches ?

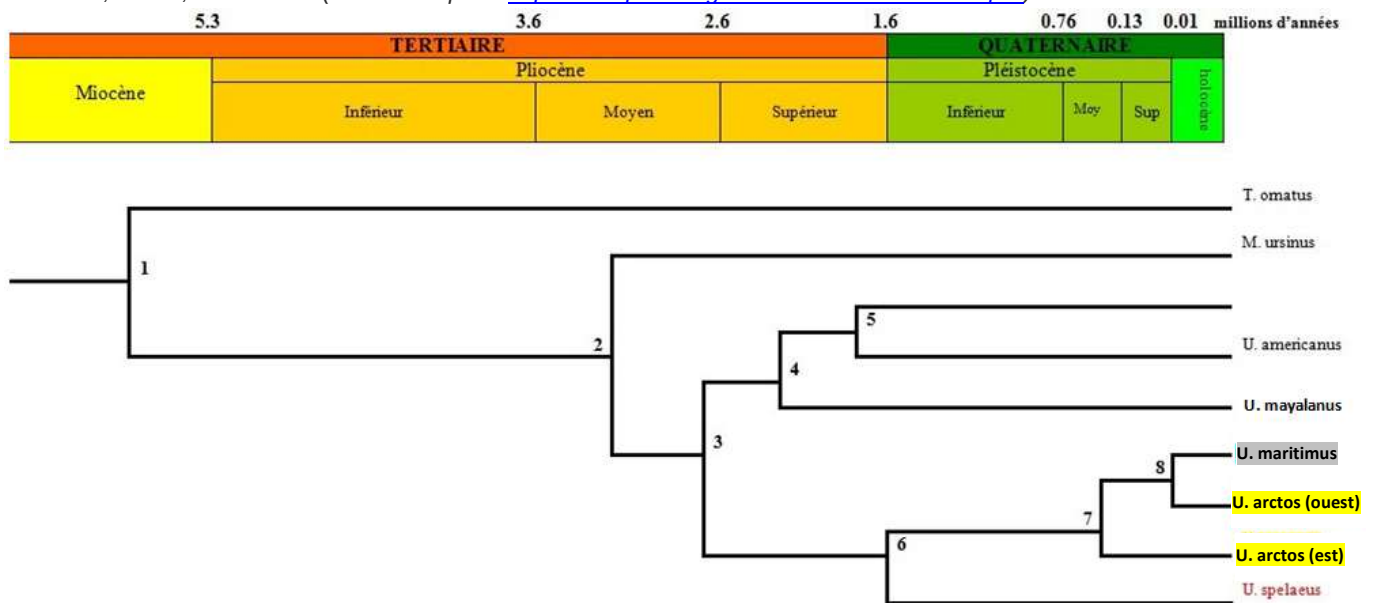


Que peut-on en déduire par rapport à l'histoire évolutive de ces ours ?

Phylogénie des genres *Ursus* et *Tremarctus*.

L'arbre phylogénétique ci-contre a été réalisé à partir d'études récentes sur des restes d'ours des cavernes. La phylogénie et les âges de divergence ont été déterminés à partir de séquences d'ADN issues du génome mitochondrial de l'ours des cavernes (*Ursus spelaeus*) et 7 espèces actuelles d'ours. Les ours bruns (*Ursus arctos*) de l'ouest et de l'est de l'Amérique du Nord ont été distingués. Cependant, ils appartiennent à la même espèce.

Schéma modifié et simplifié à partir de l'article "complet mitochondrial genome of the pleistocene jawbone unveils the origins of the polar bear", PNAS, mars 2010. (Article complet : <http://www.pnas.org/content/107/11/5053.full.pdf>)



Pistes de recherche :

- 👉 estimer l'âge de séparation des espèces d'ours polaire et d'ours brun
- 👉 conclure sur les différences génétiques entre ces deux espèces

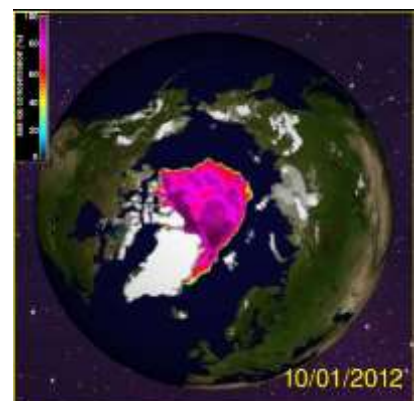
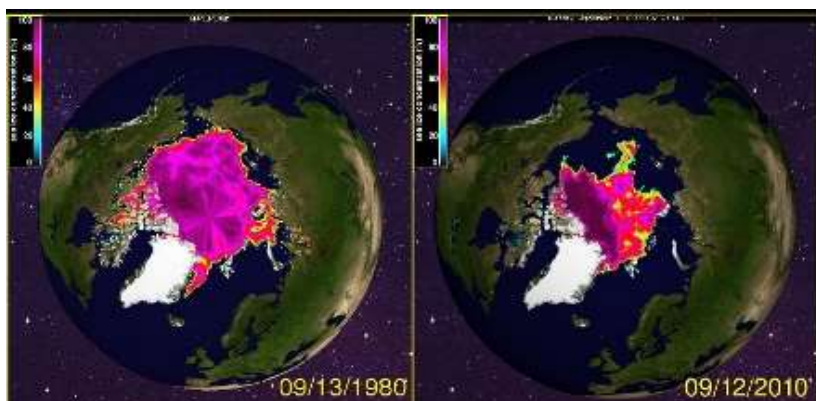
Disparition de la barrière géographique et hybridation (cf. Raccourci Internet)

L'existence d'hybridation entre l'Ours polaire et le Grizzly suggère que la répartition des 2 espèces est en cours de modification. Les deux espèces possèdent des niches écologiques distinctes : l'ours polaire est adapté aux grands froids et à la nage alors que le grizzly est adapté à un climat moins rigoureux et à l'existence d'une nourriture plus diversifiée. Il est possible de suivre l'évolution de la banquise et la disparition des barrières géographiques liées au réchauffement climatique dans l'océan arctique grâce à des observations réalisées par satellites. En effet, sur le [site de Cryosphere Today](http://igloo.atmos.uiuc.edu/cgi-bin/test/print.sh) (<http://igloo.atmos.uiuc.edu/cgi-bin/test/print.sh>), du groupe de recherches polaires de l'université de l'Illinois, les observations satellitaires du National Snow and Ice Data Center permettent de visualiser l'état de la banquise de 1980 à 2016 (années 2011, 2013, 2015 et 2016 non disponibles).

Piste de recherche :

- 👉 comparer l'étendue de la banquise entre le 1/10/1980 et le 1/10/2012
- 👉 en déduire les déplacements possibles des deux espèces et l'origine des hybrides.

Disparition de la barrière géographique et hybridation (SECOURS)



Document : Extrait du rapport de COSEPAC, situation de l'Ours blanc au Canada

Sommaire de l'évaluation – Avril 2008

Nom commun

Ours blanc

Nom scientifique

Ursus maritimus

Statut

Espèce préoccupante

Justification de la désignation

Cette espèce est un prédateur se trouvant au sommet de la chaîne alimentaire, adapté à la chasse aux phoques sur la glace marine et très vulnérable à la chasse excessive. Bien qu'il y ait certaines différences génétiques entre les ours provenant de différentes régions de l'Arctique, les données génétiques et relatives aux déplacements appuient une seule unité désignable au Canada. Il est cependant utile de signaler des tendances par sous-population, car les taux de prises, les menaces et, donc, la viabilité prévue de la population varient énormément dans l'aire de répartition de l'espèce. Certaines sous-populations font l'objet d'une chasse excessive et les pratiques de gestion actuelles visent à atteindre la prise durable maximale, ce qui peut entraîner un déclin si le suivi des populations est inadéquat. Jusqu'en 2006, certaines sous-populations partagées ont fait l'objet de prises au Groenland qui n'étaient pas fondées sur des quotas. Les modèles de prévision prévoient que 4 des 13 sous-populations (incluant environ 28 % des 15,500 individus de l'espèce au Canada) courent un risque de diminuer de 30 % ou plus au cours des 3 prochaines générations d'ours (36 ans). Les déclins sont partiellement attribuables aux changements climatiques dans l'ouest de la baie d'Hudson et le sud de la mer de Beaufort, mais principalement causés par l'exploitation non durable dans le bassin Kane et la baie de Baffin. Sept sous-populations (environ 43 % de la population totale) sont prévues être stables ou en hausse. Les tendances ne peuvent actuellement faire l'objet de prévision pour deux sous-populations (29 % de la population totale). Les individus de certaines sous-populations présentent un déclin de leur condition corporelle et des changements dans l'emplacement des tanières liés à une disponibilité moindre de glace marine. Pour la plupart des sous-populations faisant l'objet de relevés répétés, les données semblent indiquer une légère augmentation depuis les 10 à 25 dernières années. Toutes les prévisions sont fondées sur des données actuellement disponibles et ne tiennent pas compte des effets possibles des changements climatiques. Les populations de l'espèce ne peuvent persister sans glace marine saisonnière. Un déclin continu de la disponibilité saisonnière de glace marine rend probable une réduction de certaines parties de l'aire de répartition de l'espèce. La diminution de l'épaisseur de la glace dans certaines parties de l'Extrême Arctique peut fournir un meilleur habitat à l'espèce, mais il y a des incertitudes quant à l'impact global des changements climatiques sur la distribution et le nombre d'individus de l'espèce. Bien que le déclin actuel et prévu ne suffise pas à justifier le statut d'espèce menacée, il existe d'importantes préoccupations relativement à l'avenir de l'espèce au Canada.

Répartition

Territoire du Yukon, Territoires du Nord-Ouest, Nunavut, Manitoba, Ontario, Québec, Terre-Neuve-et-Labrador, Océan Arctique

Historique du statut

Espèce désignée « non en péril » en avril 1986. Réexamen du statut : l'espèce a été désignée « préoccupante » en avril 1991. Réexamen et confirmation du statut en avril 1999, en novembre 2002 et en avril 2008. Dernière évaluation fondée sur une mise à jour d'un rapport de situation.

Document : du nouveau sur la phylogénie des ours (Cf. Raccourci internet)

<http://recherchespolaires.inist.fr/?Du-nouveau-sur-la-phylogenie-de-l>

Le changement climatique est la menace la plus grave pour la survie de l'ours polaire, selon une nouvelle évaluation de la Liste rouge de l'UICN (Thu, 19 Nov 2015)

<https://www.iucn.org/fr/content/le-changement-climatique-est-la-menace-la-plus-grave-pour-la-survie-de-l%E2%80%99ours-polaire-selon>

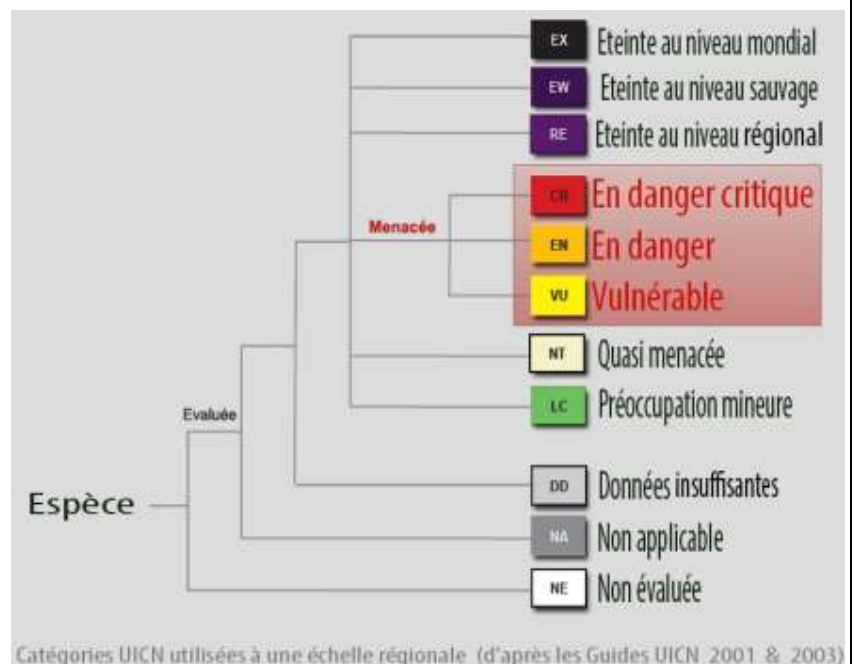
Une nouvelle évaluation mondiale démontre que la menace la plus importante pour la survie des ours polaires à long terme est la perte de son habitat de banquise induite par le réchauffement climatique, d'après la dernière mise à jour de la Liste rouge des espèces menacées de l'UICNTM publiée aujourd'hui par l'UICN, l'Union internationale pour la conservation de la nature. La Liste rouge de l'UICN comprend à l'heure actuelle **79 837 espèces évaluées, parmi lesquelles 23 250 sont menacées d'extinction.**

Cette nouvelle évaluation de l'ours polaire (*Ursus maritimus*) a eu recours aux données les plus récentes sur la banquise et les sous-populations, ainsi que des simulations informatiques et des modèles statistiques qui permettent d'anticiper les modifications des effectifs d'ours polaires, en fonction des changements de la banquise. Il s'agit de l'évaluation la plus complète réalisée jusqu'à présent. **Les résultats indiquent une forte probabilité d'un déclin de plus de 30% dans la population d'ours polaires dans les 35-40 années à venir.** L'étude confirme le statut actuel (**Vulnérable**) de l'Ours polaire sur la Liste rouge de l'UICN.

« Sur la base des données scientifiques les plus récentes et les plus solides, cette évaluation montre que le changement climatique continuera d'être une grave menace pour la survie des ours polaires à l'avenir », dit la Directrice générale de l'UICN, Mme Inger Andersen. Des études récentes montrent que la perte de la banquise arctique a progressé plus vite que ce que la plupart des modèles climatiques laissaient suggérer ; ainsi, l'étendue des glaces au mois de septembre a subi **un déclin linéaire de 14% par décennie entre 1979 et 2011.** Or, les ours polaires dépendent directement de la banquise pour accéder à leurs proies. Par conséquent, **une période de cinq mois ou plus sans glace entraînera un jeûne prolongé pour l'espèce**, ce qui est susceptible de causer des problèmes **d'infertilité** accrue ou de **famine** dans certaines régions.

Liste rouge de l'UICN des espèces menacées – Statut de conservation des ours du monde entier

Panda géant (*Ailuropoda melanoleuca*) – En danger (EN)
Ours malais (*Helarctos malayanus*) – Vulnérable (VU)
Ours noir d'Asie (*Ursus thibetanus*) – Vulnérable (VU)
Ours lippu (*Melursus ursinus*) – Vulnérable (VU)
Ours andin (*Tremarctos ornatus*) – Vulnérable (VU)
Ours polaire (*Ursus maritimus*) – Vulnérable (VU)
Ours brun (*Ursus arctos*) – Préoccupation mineure (LC)
Ours noir américain (*Ursus americanus*) – Préoccupation mineure (LC)



Catégories UICN utilisées à une échelle régionale (d'après les Guides UICN 2001 & 2003)

Ours polaires en danger

La population du plus grand prédateur arctique devrait diminuer de plus de 30% dans les 35 à 40 années à venir

Principales menaces

Changement climatique

- » Fonte de la banquise arctique due au réchauffement et réduction de la zone de chasse
- » Habitat menacé

Autres menaces

- » Interaction croissante avec les humains
- » Braconnage
- » Pollution
- » Navigation maritime
- » Chasse légale par les autochtones
- » Commerce légal, notamment sa peau

Aire de répartition

limitée par la fonte de la banquise

- Données insuffisantes
- en baisse
- en hausse
- Stable

Chasse limitée depuis 1973

L'ours le plus grand

Espérance de vie

Mâle : 25 ans

Femelle : 30 ans

32 000 parties répertoriées dans le commerce légal (2001 – 2010)

Peau, griffes, viande, dents, les crânes, etc

Sources : UICN, WWF, CITES



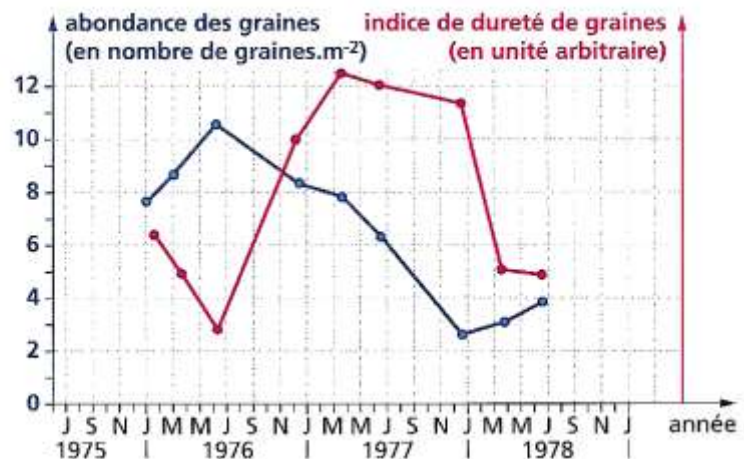
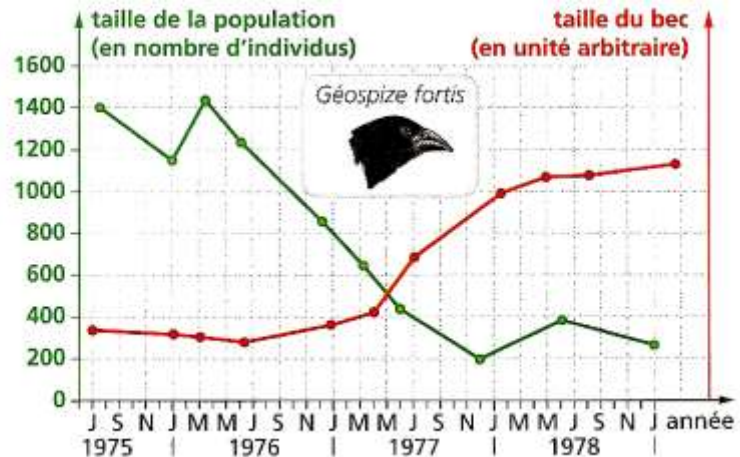
La sélection naturelle

Les îles Galápagos abritent quatorze espèces différentes de géospizes (pinsons de Darwin), qui se différencient par la taille de leur corps et de leur bec.

Des études génétiques ont permis d'identifier le gène contrôlant la grosseur du bec. Plusieurs allèles de ce gène existent dans la population.

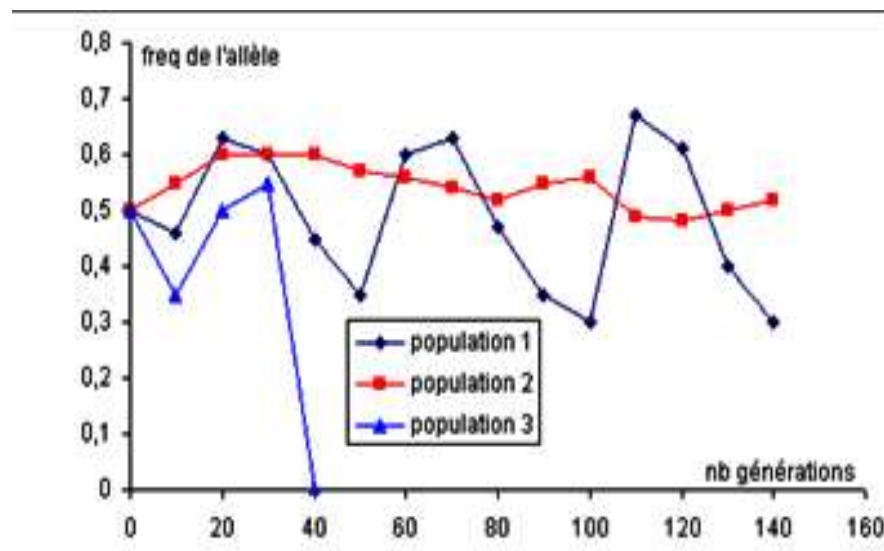
L'année 1977 a été marquée par une sécheresse importante provoquant une raréfaction des graines tendres, aliment principal de l'espèce *Geospiza fortis*. Les individus de *G. fortis*, à petit bec, n'ont donc pas pu s'alimenter convenablement et la plupart en sont morts. En revanche, les individus à gros bec ont survécu en mangeant des graines plus dures. Ces individus se sont reproduits, ce qui a entraîné une augmentation de la grosseur moyenne du bec dans la population à la génération suivante.

Comme, sur cette île, la composition et la taille de la nourriture changent d'une année à l'autre, la taille du bec pour cette espèce évolue sans cesse en fonction des ressources alimentaires.



La dérive génétique

La dérive génétique est un phénomène qui se manifeste fortement dans les petites populations. Pour le montrer, on peut réaliser des simulations par ordinateur du comportement des allèles ne donnant pas d'avantage sélectif à l'individu qui le porte. Cet allèle est transmis au fil des générations dans 3 populations qui diffèrent par leur effectif.



Population 1 : 200 individus
Population 2 : 2000 individus
Population 3 : 25 individus

La fréquence de départ de cet allèle est de 0,5, cela signifie que 50 % de la population de départ possèdent cet allèle.

Evolution des fréquences d'un allèle dans 3 populations différentes.