



BOISÉ DES DOUZE

Le Saviez-vous # 18: Survivre à l'hiver

Quelques stratégies

I L'hiver: le grand défi

Avec la baisse de la durée des jours, d'abord très lente après le 21 juin, puis de plus en plus rapide vers l'automne, les êtres vivants (plantes, insectes, poissons, mammifères, etc.) commencent une période d'adaptation au froid pour survivre à l'hiver. Au cours de l'évolution, Mère Nature a développé une panoplie de stratégies spécifiques pour éviter un refroidissement mortel et en particulier pour résoudre le problème du gel des fluides (sève pour les arbres, lymphes pour les insectes, sang pour les mammifères, etc.).

Vis-à-vis du refroidissement on peut diviser les êtres vivants en deux grandes catégories: les endothermes et les exothermes. Chacune a ses propres façons d'y faire face.

II Stratégies des endothermes

La première catégorie est celle des endothermes (endos en grec veut dire l'intérieur et thermos la chaleur), c'est-à-dire ceux des êtres vivants qui ont une température corporelle plus ou moins constante, quelle que soit la température extérieure: chez les mammifères c'est environ 38°Celsius, pour l'homme c'est 37°C, et pour la chèvre 39.7°C; et elle est plus haute chez les oiseaux, environ 40.5 °C.

Les pertes de calories d'un corps vivant augmentent avec la baisse de température extérieure, donc le coût métabolique pour maintenir la température corporelle augmente. Pour générer cette chaleur (cette production de chaleur est appelée thermogenèse), il faut donc plus de calories alimentaires. Or l'hiver est souvent la saison où il est plus difficile de s'alimenter. Dans ces conditions, que faire?

Une stratégie de base est d'augmenter l'isolation thermique pour diminuer la perte de calories. Chez les oiseaux, par exemple, il y a érection des plumes ce qui emprisonne plus d'air entre la peau et l'extrémité des plumes. On retrouve ce même réflexe chez l'homme: c'est le phénomène de la "chair de poule". De plus le nombre de plumes varie avec la saison.

Autre adaptation: les graisses sous-cutanées augmentent. Cela sert d'isolant, mais aussi de réserves lipidiques: les trisaccharides (variétés de carbohydrates) qui peuvent représenter jusqu'à 30% du poids de l'être vivant, comme c'est le cas pour le manchot, sont une source d'énergie très concentrée.

Encore une différente adaptation: certains oiseaux (tourterelles, pigeons et colibris) permettent à leur température corporelle de baisser de 8°C à 10°C en particulier la nuit. C'est l'hétérothermie nocturne. Cela peut même aller jusqu'à la torpeur où la température interne peut descendre de 10°C à 30°C! Il y a alors diminution de la vitesse et de l'intensité de la respiration (cette vitesse passe chez le colibri de 300 à 400 respirations par minute à 1 à 2 respirations par minute). Les battements cardiaques passent de 500 battements par minute à 30 battements par minute. La consommation énergétique s'abaisse alors de 10% à 60% et l'oiseau cesse toute activité physique.

III Hivernation, hibernation et hivernage

L'hivernation (parfois appelé hibernement) désigne la somnolence hivernale chez certains animaux. Cette somnolence est interrompue par de nombreux réveils durant l'hiver. C'est vrai pour l'ours dont la température baisse, mais dont le métabolisme est encore actif: l'ourse donne naissance à ses petits durant cette période! Les castors, les lièvres et les moufettes hivernent également (elles le font en groupes). L'hivernation existe aussi chez les insectes tel le bourdon qui va butiner en hiver s'il y a du soleil et une température proche de 0°C.

L'hibernation correspond à un état de métabolisme très bas et qui permet aux animaux de conserver leur énergie en abaissant graduellement la température de leur corps à juste au-dessus de 0°C. Ils rentrent alors en dormance. C'est ce que fait le loir, un petit rongeur d'Europe, d'où l'expression "dormir comme un loir". C'est vrai aussi pour la marmotte commune, tous les anoues du Québec (grenouilles, rainettes et crapauds), les cinq espèces de chauves-souris cavernicoles du Québec et pour les tortues du Québec). Si l'entrée en hibernation est lente et progressive, la sortie, elle, est rapide avec réchauffement des différentes parties du corps et augmentation du rythme cardiaque et de la respiration ne prenant que quelques heures.

Une autre stratégie de contrôle de perte thermique consiste à laisser baisser la température de certaines parties du corps les plus exposées au froid telles que les pattes en y coupant ou en y diminuant la circulation sanguine. Par les grands froids, les pattes des pigeons ont une température d'environ 5°C grâce au mécanisme appelé le shunt artérioveineux.

On parle **d'hivernage** (activité ralentie) des colonies d'abeilles domestiques. Quand la ruche devient trop froide, les abeilles font vibrer les muscles de leurs ailes, et l'essaim entier produit assez de chaleur pour maintenir la température de la ruche dans des limites viables.

IV Le problème du gel et les ectothermes

Les cellules, unités de base de la vie, sont constituées d'organelles (éléments différenciés contenus dans une cellule) dans un milieu aqueux entouré d'une membrane. À l'extérieur des cellules on retrouve également un milieu aqueux: sang, lymphe, sève). Que va-t-il se passer si la température externe descend bien en dessous de 0°C?

L'eau pure, on le sait, peut geler dès 0°C, mais peut également rester en surfusion (refroidissement de l'eau sous 0 sans qu'elle gèle) jusqu'à -40°C. Le point de congélation peut être abaissé avec certains produits comme le sel, l'urée ou des alcools comme le glycérol ou l'éthylène glycol. C'est d'ailleurs pour cela qu'on les retrouve dans le liquide lave-glace de nos voitures.

La nature a dû faire face au gel cellulaire dans le groupe des endothermes, mais surtout de façon critique chez les organismes ectothermes (en grec ectos veut dire extérieur et therme chaleur). Ce sont, ce qu'on appelle parfois, des animaux à sang froid ou aussi poïkilothermes (du grec poïkilos, variable et thermos chaleur), ceux dont la température corporelle dépend de la température externe. Parmi les ectothermes il y a les poissons, les amphibiens, les reptiles et les invertébrés.

Ce qui les différencie des endothermes c'est un métabolisme qui à poids égal et à la même température est 5 fois inférieur!! C'est la version économique de la vie. Mais cette économie vient au prix d'un défi: comment ne pas mourir de froid ? En effet si la glace, sous forme de cristaux, se forme à l'intérieur d'une cellule cela va faire exploser la membrane cellulaire, entraînant la mort!

Là encore, la Nature a trouvé des solutions efficaces. Le corps de nombreux animaux et aussi les plantes synthétisent des substances qui permettent d'abaisser le point de congélation du milieu cellulaire jusqu'à -10°C et même plus bas. En parallèle avec la synthèse de certains alcools et sucres les cellules perdent une partie de leurs fluides ce qui a pour effet de concentrer les sels et autres substances ce qui va encore abaisser un peu plus la température de formation du gel. La viscosité augmente également.

Toutefois, il y a des limites et si la température externe descend plus bas encore un nouveau danger se présente. De façon rapide et destructive, le liquide en surfusion se congèle souvent sous forme de cristaux en aiguilles à partir de "noyaux de congélation". Comment empêcher ce processus?

La Nature a créé des molécules appelées protéines antigel. On les trouve dans les vertébrés à sang froid (poissons, amphibiens, reptiles), mais aussi dans les plantes, les champignons et même dans certaines bactéries. Ces protéines se lient aux petits cristaux en formation et inhibent la formation de gros cristaux et la congélation totale des cellules. C'est grâce à de telles protéines antigel que les poissons peuvent survivre dans les eaux de l'océan arctique à des températures en dessous de 0°C .

Les exemples choisis ne sont que quelques stratégies parmi bien d'autres comme la migration, le contrôle hormonal, l'adaptation comportementale, etc.

V Des surprises futures

Ce n'est que depuis les années 1980 que l'on comprend ce que sont les protéines antigel. D'autres phénomènes comme la survie lorsque les fluides sont entièrement gelés sont encore mal compris. C'est pourtant ce que la petite mouche *Eurosta solidaginis*, celle qui forme les galles en boules sur les tiges des verges d'or dans notre boisé des Douze, est capable de faire!

Avec les avancées spectaculaires de la science moderne, nul doute que l'on verra de nouvelles réponses aux mystères restants de la vie dans le froid!

Yves Fouron, membre du Boisé des Douze
22 janvier 2017