

CHRONIQUE DU CSM

Comment lutter contre le froid ?

Comment les manchots résistent-ils au froid polaire ? Grâce à leur couche de graisse et à celle de plumes impénétrables au vent mais aussi à des mécanismes beaucoup plus élaborés ou encore en se serrant les uns contre les autres.

Depuis environ deux ans, le Centre Scientifique de Monaco abrite un laboratoire européen associé au CNRS qui développe entre autres des travaux sur la biologie des organismes polaires. Cette unité de recherche est co-dirigée par le Dr Yvon Le Maho, physiologiste mondialement connu et membre de l'Académie des Sciences française. Ce dernier vient de publier dans la revue *Biology Letters*, avec des collègues écossais et français, un article montrant comment les manchots s'adaptent aux températures extrêmes du pôle Sud. En effet, il n'est pas rare que durant l'hiver antarctique la température de l'air approche des -40°C accompagnée d'un fort vent. Comment ces oiseaux emblématiques du pôle Sud résistent-ils ?

Un échangeur de chaleur

Les manchots, comme tous les oiseaux, ont une température interne légèrement plus élevée que celle des mammifères, de l'ordre de 38° à 40°C . Plusieurs adaptations morphologiques destinées à limiter les pertes de chaleur étaient déjà connues : présence d'une épaisse couche graisseuse sous la peau, couche de plumes impénétrable au vent, faible surface de l'animal par rapport à son volume. Pour éviter les pertes par conduction au niveau des pattes, les manchots, comme de très nombreux animaux vivants dans les pays froids, mammifères y compris, maintiennent une température des extrémités plus basse que leur corps : cela évite que le sang chaud se refroidisse au niveau des pattes, puis refroidisse à son tour le noyau central de l'animal où se trouve les organes vitaux (cœur, foie, poumons, appareil digestif...). Pour ce faire, l'évolution a forgé un mécanisme appelé « échangeur de



© Céline La Belle, CSM, EA, BioSantab

“ Pour éviter une trop forte déperdition de chaleur au niveau de l'air expiré, les manchots possèdent un système complexe d'échangeur de chaleur au niveau des voies respiratoires. ”

chaleur à contre-courant » : chez ces animaux adaptés au froid, les réseaux sanguins chauds venant du cœur (artères) et froids venant des organes périphériques (veines) sont fortement accolés au niveau des pattes. Ce rapprochement permet la récupération de la chaleur entre le système artériel et veineux avant que le sang n'atteigne l'extrémité du membre. L'extrémité reste ainsi plus froide que le corps sans que le sang ne refroidisse la totalité du corps. De plus, pour éviter une trop forte déperdition de chaleur au niveau de l'air expiré, les manchots possèdent également un système complexe d'échangeur de chaleur au niveau des voies respiratoires.

En dehors des animaux polaires, de tels échangeurs thermiques existent également chez certains « poissons », comme les thons, l'espadon ou certains requins. Ces animaux, appelés à tort « à sang froid » (en fait leur température corporelle est variable), maintiennent justement une température corporelle de 20 à 30°C alors que l'eau ambiante est à moins de 10°C , leur permettant une nage rapide et efficace. Cette chaleur, maintenue grâce à l'activité des muscles rouges (qui, au contraire des muscles blancs, peuvent fonctionner sur de longues périodes de temps) est conservée par la présence d'échangeurs thermiques à contre-courant entre la circulation sanguine centrale et cutanée.

La thermorégulation sociale

Afin de lutter contre le froid ambiant,

les manchots adoptent également des mécanismes comportementaux de régulation thermique (ou thermorégulation sociale) caractérisés par le regroupement des individus les uns contre les autres sous la forme d'une tortue. Jusqu'à 6 000 manchots mâles peuvent ainsi se serrer les uns contre les autres tout en incubant leurs œufs. Les individus qui se trouvent sur les bords de la « tortue », donc directement exposés au vent froid, migrent vers le centre dans un cycle de mouvement permanent afin que tous les animaux soient soumis aux mêmes contraintes.

L'étude d'Yvon Le Maho et de ses collègues révèle un nouveau mécanisme adaptatif. En utilisant des images thermographiques obtenues grâce à une caméra analysant l'infrarouge, ces auteurs ont démontré que le manchot empereur maintenait au niveau de la couche d'air emprisonnée dans son plumage une température plus basse d'environ 3°C que la température externe, de l'ordre de -18°C durant ces observations. Non seulement cette couche crée une parfaite isolation thermique, mais à la surprise des auteurs, elle permet également, par convection thermique, de capter des calories de l'air externe plus « chaud » en créant un gradient. Comment récupérer des calories dans un monde glacé, voilà un nouvel exemple des fascinantes possibilités qu'offre la biodiversité qui nous entoure. La recherche est plus que nécessaire pour dévoiler ces mécanismes avant que l'érosion de la biodiversité fasse disparaître ces précieux et uniques témoins de l'évolution.

● Professeur Denis ALLEMAND

Directeur scientifique du Centre Scientifique de Monaco

Retrouvez la Chronique du CSM et d'autres informations sur www.centrescientifique.mc