

> compte qu'elle est corrélée à d'autres pathologies plus graves: des cancers précoces de l'enfant. Une première analyse de la fin du siècle dernier montre que 33% des nourrissons atteints d'un neuroblastome présentent des côtes surnuméraires. C'est pourquoi, en 1999, une équipe médicale néerlandaise a radiographié systématiquement les nouveau-nés et les fœtus décédés à l'hôpital d'Amsterdam. Les résultats sont implacables: 78% des fœtus pour lesquels des côtes surnuméraires avaient été détectées sont morts avant la naissance, et 83% avant l'âge de un an. De plus, 25% des cas portant des côtes surnuméraires avaient développé des tumeurs. De leurs données, les chercheurs ont déduit que des enfants avec des côtes surnuméraires ont 12% de risque de développer un cancer, soit 120 fois plus que la population générale.

UN GÈNE, PLUSIEURS TRAITS

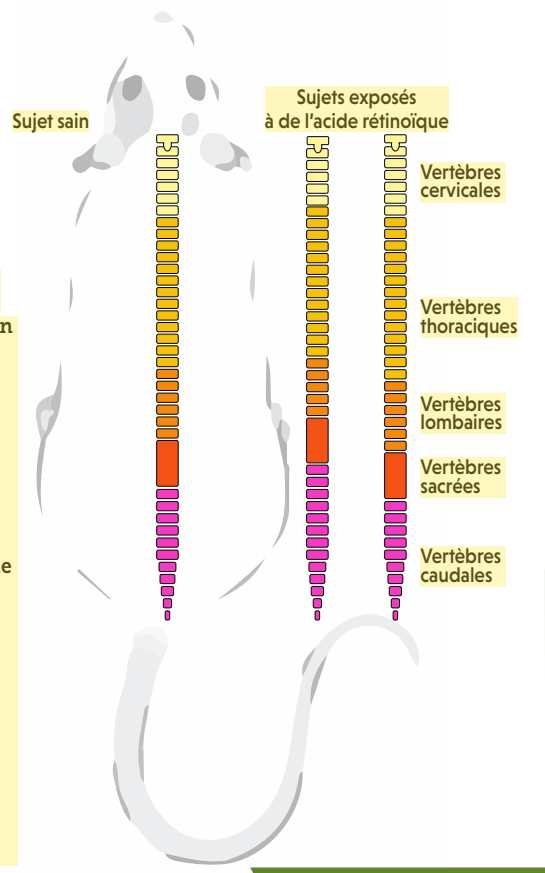
Cette étude montre où est la sélection: elle ne porte pas sur le nombre de vertèbres, mais sur la susceptibilité aux cancers précoces. Il s'agit maintenant de comprendre comment ces deux caractères *a priori* indépendants se trouvent corrélés. C'est ici que l'analyse de Bateson est fondamentale: une paire de côtes supplémentaire, c'est une transformation homéotique. Or la génétique du développement de ces dernières décennies a montré qu'une telle transformation est le résultat d'une mutation de gènes que l'on a qualifiés pour cela d'homéotiques, les gènes *Hox*. En effet, on sait depuis plus de vingt ans que l'ordonnance du corps d'un animal à symétrie bilatérale suivant son axe antéropostérieur dépend du profil d'expression de différents gènes *Hox* (voir l'encadré ci-dessus).

Par ailleurs, dans les années 1990, diverses études ont montré que les gènes *Hox* sont aussi impliqués dans la prolifération de lignées cellulaires chez l'homme et la souris: pas moins de 20 gènes *Hox* interviennent ainsi dans la prolifération et la différenciation de cellules souches sanguines. De plus, des changements dans l'expression de certains de ces gènes sont corrélés à l'apparition de différents types de cancer, en particulier des neuroblastomes et des leucémies.

On a ici affaire à un cas de «pléiotropie», une caractéristique génétique connue depuis bien longtemps. Forcé en 1910 par le zoologiste allemand Ludwig Plate, ce terme désigne le fait qu'un gène peut déterminer plusieurs caractères, qui apparaissent alors corrélés – dans notre

DES GÈNES HOX AUX VERTÈBRES

En 1991, des chercheurs de l'institut Max-Planck de Göttingen ont réussi à changer les limites d'expression de certains gènes *Hox* en exposant des embryons de souris à des doses massives d'acide rétinolique. Ces modifications étaient accompagnées, quelques jours plus tard, de transformations homéotiques: chez certains embryons, par exemple, une vertèbre cervicale était devenue thoracique, et le changement s'était répercuté jusqu'à la queue (au centre); chez d'autres, une lombaire s'était transformée en thoracique, et la modification s'était aussi répercutée (à droite). D'autres travaux ont ensuite confirmé que c'est bien la combinaison de gènes *Hox* activés qui spécifie le phénotype des vertèbres.



cas le nombre de vertèbres cervicales et le risque de développer un cancer.

On retrouve un thème cher de l'évolutionniste américain Stephen Jay Gould. Par le terme «programme adaptatif», il raillait ses collègues qui cherchaient obstinément la sélection ayant amené à tel ou tel caractère qui aurait contribué à une meilleure adaptation d'un organisme donné. En fait, il est inutile de chercher une adaptation derrière ce nombre mythique de 7 cervicales.

Pourquoi n'a-t-on pas l'équivalent chez les oiseaux? L'incidence des cancers y est bien moindre, pour des raisons encore obscures. Mais on sait que les cancers aviens sont surtout dus à des virus, l'exemple le plus connu étant celui du sarcome de Rous.

Naturellement, il convient aussi d'expliquer les exceptions. Une hypothèse est proposée pour les paresseux et les lamantins: ces derniers présentent un métabolisme basal très bas, allié à une activité réduite comparée à celle des autres mammifères. L'oxydation qui s'ensuit dans les cellules, altérant l'ADN, s'en trouverait diminuée, entraînant une faible susceptibilité aux cancers, ce que des études épidémiologiques semblent corroborer. Il n'y a pas d'études sur les paresseux, mais, sur 800 lamantins de la Caraïbe autopsiés, pas un seul n'a développé un cancer. ■

BIBLIOGRAPHIE

I. Varela-Lasheras *et al.*, **Breaking evolutionary and pleiotropic constraints in mammals: On sloths, manatees and homeotic mutations**, *EvoDevo*, vol. 2, article 11, 2011.

F. Galis *et al.*, **Extreme selection in humans against homeotic transformations of cervical vertebrae**, *Evolution*, vol. 60(12), pp. 2643-2654, 2006.

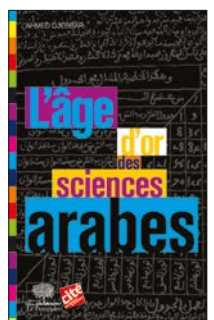
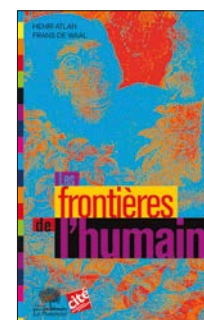
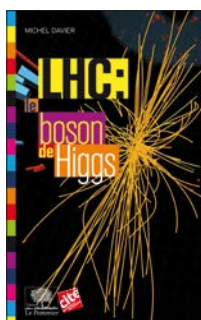
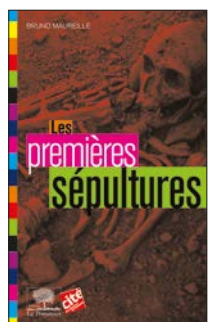
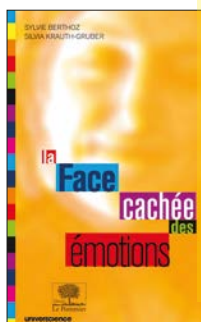
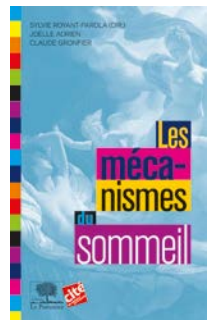
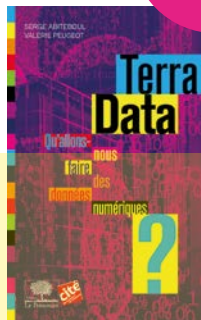
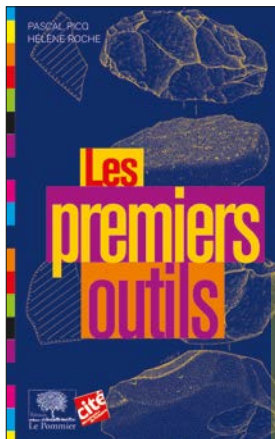
Y. Narita *et S. Kuratani*, **Evolution of the vertebral formulae in mammals: A perspective on developmental constraints**, *J. Exp. Zool.*, vol. 304B, pp. 91-106, 2005.

F. Galis, **Why do almost all mammals have seven cervical vertebrae? Developmental constraints, Hox genes, and cancer**, *J. Exp. Zool.*, vol. 285, pp. 19-26, 1999.

Les chercheurs d'aujourd'hui nous livrent l'état de leurs savoirs.

Nouveautés
2017

Une coédition
Le Pommier / Cité des sciences



Retrouvez toutes nos nouveautés www.editions-lepommier.fr
et le catalogue d'Universcience universcience.fr/editions