

entendre...O.R.L

LE BIMESTRIEL DE L'ACTUALITÉ O.R.L.

SAPIENS ET PRIMATES : l'œil en coin et pas l'autre...

Les orbites dites « convergentes », c'est-à-dire en position frontale, sont l'une des caractéristiques anatomiques des animaux prédateurs et des primates. En permettant une vision directe, elles leur procurent une vision stéréoscopique satisfaisante couvrant un angle d'environ 190° en vision directe grâce au chevauchement des deux champs visuels monoculaires droit et gauche. Ceci les distingue des animaux à orbites « divergentes », tels par exemple les poissons, les chevaux ou autres bovidés, dont l'orientation latérale des yeux leur assure une vision panoramique de 330 à 360° mais sans superposition des champs visuels monoculaires, ce qui accessoirement atténue chez eux la perception de la distance et de la profondeur.

Dans la superfamille des hominidés, l'homo sapiens et ses frères soi-disant inférieurs possèdent donc des berges orbitaires osseuses situées dans un plan théoriquement frontal. De subtiles différences anatomiques toutefois confèrent aux premiers que nous sommes une vision à la fois frontale et latérale dont il est passionnant d'envisager les causes et la finalité.

A flancs découverts

Plusieurs facteurs permettent à l'homme d'élargir son champ visuel dans le secteur temporal, le secteur interne étant quant à lui, limité par les reliefs de la pyramide nasale, des sourcils et des joues. *Les dimensions de la fente palpébrale* dont le rapport hauteur/largeur est beaucoup plus marqué chez lui que chez les autres primates, jointes à une exceptionnelle *mobilité oculaire* autorisent en effet des mouvements d'abduction qui augmentent l'amplitude horizontale de son

champ visuel de près de 45% : il est ainsi démontré que l'excentricité du champ temporal passe de 95° en vision directe, appelée aussi position primaire, à près de 130° en abduction extrême de l'œil. Cette possibilité de vision latérale est facilitée par un surprenant détail : *le recul du rebord orbitaire osseux latéral et par voie de conséquence du processus frontal de l'os zygomatique*. Ainsi, au lieu de se trouver dans un plan strictement perpendiculaire à l'axe sagittal, le plan du rebord orbitaire osseux forme avec ce dernier un angle de 110° environ...

en 2 mots

- L'orbite osseuse humaine diffère de celle des primates par le surprenant recul de son rebord externe.
- Jointe à une large fente palpébrale, à une protrusion des globes oculaires et à une puissante musculature oculo-motrice, cette particularité anatomique augmente très significativement notre vision latérale.
- Cette vision latérale, en augmentant l'appréhension de notre environnement spatial, contribue au maintien de notre équilibre.
- L'homme cumule ainsi les attributs du prédateur grâce à sa vision directe fixant sa cible et ceux de la proie grâce à sa vision latérale détectant toute attaque éventuelle.
- L'anatomie de l'orbite humaine traduit son adaptation opportuniste à notre environnement et constitue un bénéfice secondaire de l'évolution.

alors qu'il n'est que de 100°, 98° et 94° chez le gibbon, le chimpanzé et le gorille, respectivement. A titre d'illustration, pensons aux lunettes couvrantes de natation ou de ski comparées aux pince-nez ou aux binocles... Cette petite dizaine de degrés de différence dans le recul du rebord orbitaire latéral permet de multiplier par 2 l'augmentation du champ visuel lors de l'abduction de l'œil.

Exaptation...

Ce concept développé par SJ. Gould et E. Vrba définit l'adaptation opportuniste d'un organe ou d'une structure à une nouvelle fonction, et constitue ainsi un bénéfice secondaire de l'évolution. Ainsi la rétropulsion du rebord orbitaire externe semble-t-elle résulter chez l'homme d'une part de *la perte du museau* qui provoque le recul du rebord orbitaire inférieur, et d'autre part de *la rétraction du massif facial* sous l'étage antérieur de la base du crâne qui, à l'inverse, projette vers l'avant le rebord orbitaire supérieur. A ces deux processus évolutifs s'ajoute le fait que l'homme rumine peu... ou plus précisément qu'il se nourrit d'aliments relativement mous, ne nécessitant donc pas une mastication prolongée. Deux observations en sont causes ou conséquences : sa musculature manducatrice est peu développée et le muscle temporal se trouve en position postérieure par rapport à celui des primates qui, lui, surplombe le condyle. En d'autres termes, l'action de ce muscle masticateur s'exerce de façon verticale chez ces derniers, et de façon oblique, presque antéro-postérieure, et donc moins puissante chez l'homme (la force de contraction est inversement proportionnelle au cosinus). Il en résulte que la masse musculaire temporale s'oppose à la rétropulsion de l'arcade zygomatique et du rebord orbitaire externe chez les primates mais n'y fait pas obstacle chez l'homme.

...et darwinisme

Une dernière particularité ophtalmologique semble avoir contribué sinon à la survie de l'homme du moins à l'appréhension de son environnement. Alors que chez les primates les yeux apparaissent enfoncés dans les orbites, ils occupent chez lui une position très antérieure dans la cavité orbitaire. Deux tiers de ses globes oculaires sont en effet situés en avant d'une ligne bicanthale externe alors que les proportions ne sont respectivement que de 10% et 35% chez le gibbon ou le chimpanzé. De même chez l'orang-outan, l'œil affleure à peine le plan bicanthal.

En n'occupant que partiellement la cavité orbitaire osseuse, les yeux laissent ainsi place au développement de puissants muscles oculo-moteurs, ce qui contribue à leur extrême mobilité. Cette protrusion oculaire jointe au recul du rebord orbitaire externe facilite les mouvements d'abduction et majore d'autant la vision latérale. On peut certes souligner qu'elle expose davantage l'œil aux traumatismes et aux blessures, par branches notamment. Ce risque est toutefois relativement faible dans notre environnement citadin comparé à celui qu'encourent les primates vivant en forêt (et incidemment les jardiniers du dimanche...) et n'a sans doute guère joué dans le processus de sélection naturelle.

...et autres bénéfices collatéraux

Au cours de l'évolution, le volume de la tête de l'homo sapiens a augmenté d'un facteur par rapport à celui du cou qui la supporte. En accord avec le principe de similitude de Galilée (la modification de taille d'un objet entraîne la modification inverse de ses propriétés), sa mobilisation s'en est trouvée fragilisée. Ainsi la vision frontale et latérale qu'autorise la morphologie

de nos orbites nous permet-elle d'appréhender facilement et rapidement notre environnement sans avoir à bouger une tête devenue trop lourde (pensons à l'inverse aux nystagmus de tête des oiseaux...).

Par ailleurs, les bipèdes verticaux que nous sommes devenus vivent dans un univers relativement plat et l'amplitude de notre champ visuel latéral nous permet d'éviter les obstacles, de prévenir les menaces, et de lorgner discrètement sur quelques beautés (quel qu'en soit le genre) qui sont tous habituellement situés à hauteur de sol. En d'autres termes, l'homme cumule les attributs du prédateur grâce à sa vision directe fixant sa cible et ceux de la proie grâce à sa vision latérale détectant toute attaque éventuelle.

Cette vision latérale contribue en ce sens très significativement au maintien de notre équilibre. Il est en effet bien établi qu'avec le vestibule et la proprioception, la vision et singulièrement la vision périphérique fournit aux centres vestibulaires des renseignements capitaux quant à notre position spatiale. A contrario, la vision en tunnel à laquelle exposent de nombreuses pathologies ophtalmologiques, en réduisant la perception des champs temporaux, c'est-à-dire le champ visuel latéral, est un facteur majeur de chutes.

En résumé

La morphologie de nos orbites caractérisée par le recul du rebord orbitaire externe, et l'extrême mobilité oculaire favorisée par l'avancée des globes et de puissants muscles oculo-moteurs fournissent un remarquable exemple d'adaptation à notre environnement visuel et à notre locomotion bipède. Elles nous procurent en effet un champ visuel unique combinant à la fois la fusion centrale des champs monoculaires et une large vision latérale. Un avantage par rapport aux primates... Pour autant, leur sommes-nous réellement supérieurs ?

L'avis de l'expert



Martin HITIER

MD, Ph-D.

Chef de Service ORL Chirurgie Cervicofaciale,
Laboratoire d'Anatomie et Sciences Chirurgicales
Université de Caen Normandie, CHU de CAEN
INSERM U1075 COMETE

L'orientation frontale de l'orbite humaine est une caractéristique ancienne qui remonte aux premiers primates. Ces derniers, dérivés des rongeurs, étaient insectivores et la frontalisation des orbites offrant une vision binoculaire favorisait ainsi la capture de leur proie. Un exemple actuel de ce genre de primates est le Tarsier des Philippines, insectivore nocturne, dont les yeux sont si volumineux qu'ils sont immobilisés dans leur orbite, mais en contrepartie possède une extrême mobilité cervicale lui permettant de tourner sa tête à 180°⁽¹⁾. Les grands primates hominoïdes actuels, comme le gorille ou l'orang-outang, gardent cette orientation frontale des orbites même si, étant devenus végétariens, ils ne chassent plus pour manger.

L'évolution inverse est observée chez les rapaces dont l'orbite est orientée latéralement – comme tous les oiseaux – afin d'étendre leur champ visuel et de repérer les prédateurs. Néanmoins les rapaces, grâce à l'oculomotricité, sont capables de frontaliser leurs yeux et obtiennent ainsi une vision binoculaire ultra-précise lorsqu'ils chassent⁽²⁾.

L'homme au contraire possède spontanément une vision binoculaire et utilise l'oculomotricité pour étendre son champ visuel. Il utilise également l'oculomotricité pour une fonction qu'il a particulièrement développée comparée aux animaux : la communication non verbale. Ainsi contrairement aux animaux, la sclérotique de l'œil humain est blanche et visible, favorisant l'observation de la position de l'iris d'un interlocuteur et indiquant ainsi l'objet de son attention... ou plus encore (« Quel flot de vie et de pensée une âme verse dans une autre âme, par l'intermédiaire du regard »)⁽³⁾.

Mais si l'oculomotricité contribue à la communication chez l'homme, il ne faut pas oublier sa fonction initiale commune à tous les vertébrés : la stabilisation du regard, grâce à son lien avec l'oreille interne⁽⁴⁾.

1. Wright PC, Simons EL, Gursky-Doyen S. Tarsiers : Past, Present, and Future. Rutgers University Press ; 2003. 356 p.

2. Martin GR, Katzir G. Visual fields in short-toed eagles, *Circaetus gallicus* (Accipitridae), and the function of binocularity in birds. *Brain, Behavior and Evolution*. 1999 ; 53(2) : 55-66.

3. Emerson RW. Les lois de la vie. Librairie internationale ; 1864. 438 p.

4. Land MF. Eye movements of vertebrates and their relation to eye form and function. *Journal of Comparative Physiology A*. 2015 ; 201(2) : 195-214.

Articles à lire

Denion E et al. Unique human orbital morphology compared with that of apes. Scientific Reports. 5 : 11528. DOI : 10.1038/srep11528.

Denion E et al. Human rather than ape-like orbital morphology allows much greater lateral visual field expansion with eye abduction. Scientific Reports. 5 : 12437. DOI 10.1038/srep12437.

Gould S, Vrba E. Exaptation – a missing term in the science of form. Paleobiology 1982 ; 8(1) : 4-15.

D’Arcy W. Thompson. Galileo and the principle of similitude. Nature 1915. N°2381(95) : 426-7.

Un accompagnement personnalisé pour vos patients !



entendre

La force d'un réseau,
l'implication d'un indépendant

- L'audioprothésiste Entendre est un indépendant qui s'engage personnellement et engage son équipe pour la satisfaction totale de vos patients.
- Un accueil et un accompagnement personnalisés de vos patients tout au long des différentes étapes de leur appareillage.
- Des produits et des services à la pointe de la technologie et de l'innovation, proposés par un réseau national.
- Une des meilleures centrales d'achats en France, vos patients bénéficieront des meilleurs produits au meilleur prix.

entendre
...et la vie recommence

www.entendre.com