

LES CHRONIQUES DE RAHAN

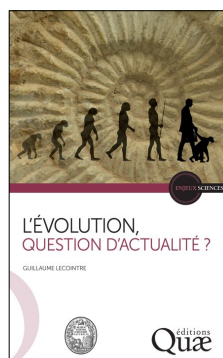
publiées dans **Combat laïque 76** de décembre 2014 à décembre 2021

par **Guillaume LECOINTRE**

Guillaume Lecoindre, professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN), y est chercheur en systématique et directeur du département "Systématique et évolution ». Il est membre du comité scientifique et de parrainage de l'Association française pour l'information scientifique. Auteur de nombreux ouvrages et lauréat de nombreux prix dont deux de la Société zoologique de France, puis celui de la Laïcité en 2009, décerné par le Comité Laïcité-République, et enfin celui de l'Union Rationaliste en 2012. Guillaume Lecoindre est par ailleurs signataire de l'Appel à la vigilance contre le néocréationnisme et les intrusions spiritualistes en science, publié en France à la fin 2005.



Guillaume Lecoindre écrit une chronique régulière dans notre journal **Combat laïque 76**

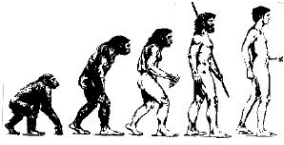


[...] j'ai exigé qu'on détourne la figure en mettant un singe d'aujourd'hui, marchant main dans la main avec l'homme, le singe étant légèrement en avant. Oui, il existe des singes en même temps que des hommes. Oui, si nous voulons marcher de l'avant, nous avons intérêt à le faire avec la biodiversité, main dans la main, précisément. Peut-être les singes d'aujourd'hui ont-ils des choses à nous apprendre sur nous-mêmes.

Sommaire :

- 3 - **Cachez-moi cette érection que je ne saurais voir !** (décembre 2014)
- 4 - **Charlie Hebdo, journal satirique ?** (mars 2015)
- 5 - **L'Homme s'éteindra** (juin 2015)
- 6 - **Ceux qui marchent debout** (octobre 2015)
- 7 - **Dinosaure vole...** (décembre 2015)
- 8 - **Vos maladies viennent de mes cousins !** (mars 2016)
- 9 - **L'extinction des dinosaures n'est pas ce qu'on croit !** (juin 2016)
- 10 - **Serre-moi la nageoire, frère !** (septembre 2016)
- 11 - **L'origine de la violence** (décembre 2016)
- 12 - **Qu'est-ce que l'histoire naturelle ?** (mars 2017)
- 13 - **Rahan suit ses pistes de chasse au flair, comme les autres animaux !** (juin 2017)
- 14 - **Critiquer les religions : une nécessité démocratique et républicaine.** (septembre 2017)
- 16 - **Extinctions en vue** (décembre 2017)
- 17 - **Elles ont la peau dure...** (mars 2018)
- 18 - **Pourquoi tant d'humanités ?** (juin 2018)
- 19 - **Encore des histoires de famille...** (septembre 2018)
- 20 - **Ces trucs qui ne servent à rien...** (décembre 2018)
- 21 - **D'où vient le visage « viril » ?** (mars 2019)
- 22 - **Népotisme et révolution : l'avantage d'être fayot** (juin 2019)
- 23 - **Il ne lui manque que la parole !** (septembre 2019)
- 24 - **Hécatombe à notre porte** (décembre 2019)
- 25 - **Longue vie aux femelles** (juin 2020)
- 26 - **Sors du dauphin, Satan** (septembre 2020)
- 27 - **Rahan, mytho ! T'as jamais vu de stégosaure** (décembre 2020)
- 28 - **Confusion entre liberté d'expression et légitimité** (mars 2021)
- 29 - **Mon truc en plume** (juin 2021)
- 30 - **Être grand** (septembre 2021)
- 31 - **Je te donne, tu me donnes, il me donne** (décembre 2021)

Cachez-moi cette érection que je ne saurais voir !



Lorsque nous préparions la conférence du 15 octobre à Rouen intitulée « *Pourquoi n'enseigne-t-on pas que la*

Terre est plate ? », il me fut proposé une illustration pour l'affiche présentant un singe sur ses quatre membres qui se redresse progressivement pour aboutir à l'homme. L'érection de l'Homme, en quelque sorte. J'ai réagi vigoureusement - et sans doute excessivement - pour que je ne sois pas associé à cette figure rabâchée.

Nous, les scientifiques travaillant sur l'évolution des êtres vivants, nous luttons contre cette représentation. Pourquoi ? Il existe plusieurs raisons à cela.

L'homme apparaît comme l'aboutissement ultime d'une chaîne linéaire d'événements, qui laisse à penser que l'évolution biologique, anthropologique et sociale se termine avec nous. La dernière espèce à apparaître semble être la nôtre. En réalité il n'en est rien : depuis 75 ans seulement une nouvelle espèce de moustique est apparue dans le métro londonien, et depuis 30 ans seulement une nouvelle espèce de lézard est apparue sur une île de la mer adriatique, pour ne prendre que quelques exemples.

Mais cette brochette de primates aspirant au statut d'Homme est aussi une résurgence du scalisme. Ce terme vient de scala, qui signifie « échelle ». Il s'agit d'une vieille tradition dans la représentation de la fresque du vivant, appelée « échelle des êtres », où les étapes de complexité se succèdent linéairement. Les organismes qui sont à un niveau donné ont les propriétés des niveaux du dessous, mais pas les propriétés de ceux des niveaux du dessus. C'est une sorte d'empilement, tantôt fixiste au milieu du XVIII^{ème} siècle, tantôt évolutionniste dans la première moitié du XX^{ème}, et surtout complètement obsolète aujourd'hui.

Le problème avec cette échelle, c'est qu'elle est l'occasion, pour une bonne partie de nos philosophes nationaux tel Luc Ferry dans Le Figaro du 18 juillet 2014, de faire coulisser dessus un curseur, le long d'un axe, qui sert de couteau pour trancher où finit le singe et où commence l'Homme. Le problème n'est pas géré selon une logique de partage, mais une logique de coupure. Le singe est renvoyé dans les abysses d'une animalité jamais définie, tandis que le philosophe nourrit son obsession du « propre de l'homme ». Comme la figure est pauvre sur le plan géométrique, lorsque l'on donne un caractère aux chimpanzés qui était jusque là réservé à l'homme (la guerre, la réconciliation, les cultures techniques, l'amour face à face, etc.), les philosophes se dépêchent de redéfinir la culture technique, la guerre, etc. de manière à en réserver l'exclusivité à l'homme.

Malentendus et peine perdue ! Car pour les scientifiques, l'emplacement de l'homme parmi la vaste diversité du vivant ne se pense pas en termes de coupures, d'exclusion du singe, mais au contraire par la mise en évidence des partages.

Qu'est-ce qu'un animal ? Un être vivant qui présente, entre autres choses, des protéines qu'on appelle le collagène. Qu'est-ce qu'un singe ? Un être vivant qui présente, entre autres choses, les deux os frontaux fusionnés en un seul os frontal.

Qu'est-ce qu'un homme ? Un être vivant qui présente, entre autres choses, le gros orteil du pied réaligné parallèlement aux quatre autres orteils, et un langage articulé. Dans la logique d'emboîtement, la boîte « hommes » est placée à l'intérieur de la boîte « singes », à côté d'une autre boîte, celle des macaques et des babouins. Et la boîte « singes » est incluse dans la boîte « animaux ». Rien de ce qui fait un homme un animal (le collagène) ne l'empêche d'être un singe. Rien de ce qui fait de l'Homme un singe (un seul frontal) ne l'empêche d'être un Homme. L'Homme est à la fois Homme, singe et animal. L'Homme ne descend pas du singe, comme le suggère maladroitement la figure, il est un singe.

La figure montre un axe unique alors que le déploiement généalogique du vivant se pense aujourd'hui comme un bouquet aux multiples ramifications et aboutissements, une sorte d'arbre généalogique gigantesque dans lequel à partir de souches communes les branches se déploient en parallèle. Dans une telle figure, beaucoup de singes comme les macaques ou les babouins ne sont pas plus dans l'ascendance de l'homme que ne le sont les chats ou les vers de terre. Seulement voilà, sur la figure que nous décrivons, à l'apparition de l'homme correspond la disparition du singe. Alors certains élèves objectent dans les classes : l'homme n'a pas évolué à partir des singes puisqu'il reste des singes !

Il m'est arrivé depuis une expérience similaire. Cette année est paru un petit livre dont je suis l'auteur, pour fêter les vingt ans de la rénovation de la Grande Galerie de l'Évolution du Muséum national d'Histoire naturelle (*L'évolution : Question d'actualité ?* co-édition Quae MNHN). Les éditions Quae ont insisté pour qu'on remette en couverture du livre cette tarte à la crème des singes qui se succèdent en se redressant vers un triomphal destin humain.

Devant l'âpreté de la négociation, j'ai exigé qu'on détourne la figure en mettant un singe d'aujourd'hui, marchant main dans la main avec l'homme, le singe étant légèrement en avant. Oui, il existe des singes en même temps que des hommes. Oui, si nous voulons marcher de l'avant, nous avons intérêt à le faire avec la biodiversité, main dans la main, précisément. Peut-être les singes d'aujourd'hui ont-ils des choses à nous apprendre sur nous-mêmes. □

Charlie Hebdo, journal satirique ?

Le journal Charlie Hebdo a été, une fois de plus, durement touché pour avoir défendu la liberté de critiquer des idées. Cette fois-ci, des personnes, dont des intellectuels de grande envergure, en ont payé le prix de leur vie. Victimes d'un acte inqualifiable commis par des décervelés qui ne savent pas faire la différence entre critiquer des idées et critiquer des personnes. Rahan ressent la douleur des proches et de tous ceux qui accordent une valeur émancipatrice à l'usage de la raison critique. Car dans ce combat-là, Charlie Hebdo était un courageux descendant de Rahan, situé en première ligne.

Depuis le 7 janvier prolifère à nouveau dans les commentaires le qualificatif de « satirique ». Charlie Hebdo, journal satirique ? J'ai tenu la rubrique scientifique de Charlie Hebdo de 1995 à 2005. Plus tard, j'ai eu des collaborations sporadiques avec le journal, et dernièrement pour le Hors-Série de septembre 2013 sur la laïcité. Dès la repri-se du journal en 1992, François Cavanna et Philippe Val voulurent une rubrique scientifique qui ne se contentât pas d'exposer des résultats, mais qui invitât à réfléchir. Ils voulaient que j'écrive « *comme pour un ami que tu considères intelligent* ». Ils étaient les amis de la science et de l'instruction publique, qui savaient faire la différence entre la valeur de la science comme méthode de compréhension du monde réel et les usages et applications parfois discutables qui en sont faits. Ce discernement n'est pas si répandu à gauche du spectre politique. C'est ainsi qu'il fut possible de créer une rubrique dont l'une des ambitions était d'expliquer comment la science se réfléchit, un hebdomadaire capable de publier de l'épistémologie illustrée par Charb, Riss, Luz, Honoré... Antonio Fischetti nous a rejoints en cours de route à la rubrique, et plus tard, ensemble nous avons sélectionné une partie de nos chroniques pour en faire un livre structuré selon quatre sens communs du mot « science », dans un but pédagogique encourageant le discernement (*Charlie ramène sa science*, coédition Vuibert-Charlie Hebdo, septembre 2005).

Charlie Hebdo est un héritier des Lumières

Il a toujours parié sur la raison et fustigé les charlatans, les pseudo-sciences, les superstitions, le relativisme et le spiritualisme rampant (surtout ceux de nos intellectuels qui, payés par l'État, feraient mieux de s'abstenir dans l'exercice de leurs fonctions), ainsi que le New Age et l'écologisme lorsque ces deux derniers s'associaient avec les précédents. Il a toujours combattu les manipulations mentales d'où qu'elles viennent, l'obscurantisme, le cléricalisme politique, les tentatives d'intrusion des religions dans les écoles, dans la recherche, et plus généralement dans les services publics, et leur influence sur les lois, tout en restant un journal fortement attaché à la liberté de conscience individuelle, celle d'avoir une religion de son choix ou de ne pas en avoir.

Les acteurs de Charlie Hebdo sont de vrais laïques ; le Comité Laïcité République avait d'ailleurs fait de Charb le président du jury qui devait décerner les prix 2012 du CLR.

Charlie Hebdo est un journal éminemment politique, qui utilise l'humour comme moyen. Ceux qui le qualifient de

journal satirique ne l'ont jamais lu, ou bien veulent sciemment faire passer la satire comme une fin en soi, afin d'en amoindrir la portée du contenu. Un journal satirique, ce n'est pas un journal sérieux, c'est un truc de déconneurs. La Une tirée à plus de 7 millions d'exemplaires montre que Charlie Hebdo est un journal très sérieux, constitué de personnes qui aiment déconner. D'ailleurs, qu'il me

soit permis de terminer sur une touche plus personnelle en forme d'hommage, au sujet de celles des victimes que j'ai le plus côtoyées. Charb était d'une intelligence malicieuse redoutable. Quand on a écrit sa chronique et que l'on découvre le dessin de Charb qui va l'illustrer, on se demande pourquoi on écrit, tant le dessin résume la quintessence du contenu. Tignous était un homme adorable, d'une grande humanité. Bernard Maris avait la passion de transmettre et de combattre le suivisme généralisé qui gangrène sa discipline, l'économie.

Tous étaient drôles et courageux à la fois, d'un talent aussi immense qu'est ma peine. □



L'Homme s'éteindra

Moi, Rahan, le fils des âges farouches, je vis aux aurores de l'humanité. L'espèce humaine a 200 000 ans, tout au plus. La plupart de mes frères se voient sur Terre pour l'éternité. Il leur est impossible de concevoir que l'espèce humaine disparaîtra. Pourtant, elle disparaîtra forcément. Voyons pourquoi.

Les espèces...

Imaginons une généalogie géante, faite de parents et de descendants. Cette généalogie, c'est celle de tout le vivant. Elle remonte à plus de trois milliards d'années. On ne peut pas parler de la Nature en donnant un prénom à chaque mouche qui passe, à chaque fleur, à chaque champignon. Pour pouvoir parler, nous avons inventé des catégories, et parmi elles, les espèces. Une espèce est une convention, un nom posé sur un segment de généalogie. Comment segmenter une généalogie ? C'est simple : tant que les membres d'une généalogie font des petits entre eux, nous convenons qu'il s'agit de la même espèce. Alors tous les individus concernés recevront un beau nom en latin : *Felis catus* pour les chats, *Loxodonta africana* pour les éléphants d'Afrique.

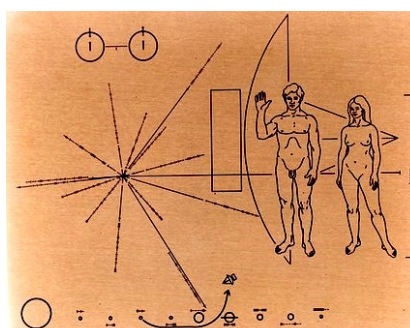
Lorsque ces individus sont empêchés de faire des petits entre eux, leur destin généalogique se sépare en ramifications. Ceux de la branche de droite et ceux de la branche de gauche, à force de ne plus se croiser, divergent, et, après plusieurs générations, ne sont plus capables de faire ensemble des descendants fertiles. Par convention, nous leur donnerons un nom d'espèce différent. Ainsi, une espèce est une portion de généalogie unitaire, non divisée, et séparée des autres portions semblables par l'interstérilité. Les éléphants d'Afrique ne font pas de petits avec les éléphants d'Asie. Une espèce n'est qu'un nom, qui commence au début d'une ramification, et qui se finit lorsque celle-ci se divise à son tour. On a répertorié ainsi deux millions d'espèces sur notre Terre, et on estime qu'il devrait en exister entre dix et quatre-vingts millions.

...disparaissent

Il y a une conséquence importante à cette convention : toutes les espèces disparaissent ! Par définition ! Soit le rameau généalogique s'éteint purement et simplement, comme ce fut le cas des mammoths, des loups de Tasmanie (thylacines), ou des dodos de l'île Maurice. Soit le rameau se sépare en branches. Dans ce dernier cas, les branches nouvelles, parce qu'elles sont définitivement séparées entre elles par une barrière reproductive, recevront de nouveaux noms d'espèces.

et l'espèce humaine ? Pour l'Homme, deux scénarii

sont alors applicables. Commençons par le scénario le plus probable. A court terme, l'Homme va tellement pululer qu'une bonne épidémie va éradiquer la population mondiale, dans des conditions où la déliquescence sociopolitique et économique ne leur permettra plus d'assurer une lutte impliquant les moyens technologiques et financiers des pays riches actuels. Ajoutons au même scénario, avec la déliquescence associée de nos technstructures, notre incapacité croissante à gérer nos centrales nucléaires vieillissantes. En bref, sans les passer tous en revue, bien des facteurs peuvent tout bonnement provoquer l'extinction pure et simple de notre lignage à l'échelle mondiale. Sur le long terme, cela est certain, de toute façon. En effet, la Terre disparaîtra dans 4,5 milliards d'années, dévorée par le soleil devenu alors une Géante rouge. Bien avant, le vent solaire aura balayé notre atmosphère et la chaleur aura anéanti nos océans, et toute la vie avec. En réalité, notre lignage se sera éteint avant, car aucune espèce de quelque sorte que ce soit n'a jamais traversé un temps aussi considérable. En premier lieu par-ce que les flux généalogiques ne restent pas unitaires. Tout un tas d'événements provoquent leur fragmentation. L'autre scénario relève de cela. Imaginons qu'après une extinction massive de la plupart des humains, deux populations résistantes subsistent de part et d'autre du globe, revenues à des moyens très rudimentaires de déplacement : les pieds ! Une barrière à la reproduction pourrait bien s'installer, si ces populations s'ignorent sur des milliers de générations ! Dans ce cas, *Homo sapiens sapiens* aura disparu en tant qu'espèce. Les nouveaux rameaux devraient porter de nouveaux noms, selon les conventions en vigueur aujourd'hui. Même scénario : imaginez que nous partions sur Mars, que nous nous y installions. Notre espèce resterait unitaire tant que les voyages - longs et coûteux - restent possibles. Une grave crise économique ou un conflit pourrait anéantir la possibilité de ces voyages. Au bout d'un certain nombre de générations, il n'est pas certain que les descendants des Terriens puissent continuer à se reproduire avec les descendants des martiens. Il s'agirait alors de deux espèces.



Quel que soit le scénario choisi, *Homo sapiens sapiens* disparaîtra ! Même si cela ne plaît pas à notre ego. ☐

Ceux qui marchent debout

Ceux qui marchent debout sont tous mes frères, si vous avez lu mes aventures, vous le savez. Ils ont tous les mêmes motifs de souffrance, de joie, les mêmes besoins. Ce qui fait les propriétés de l'humain est universel. Pour certains intellectuels, ce point de vue ne serait que local, celui des occidentaux. Leur bienveillance à l'égard des populations humaines différentes d'eux passe par la mise au premier plan des particularités. Leur attention est portée sur les différences, et non sur la ressemblance. L'universalisme qui est le mien est fondé sur la mise en avant des ressemblances. Le culturalisme bienveillant, le communautarisme démagogique ou militant, ou encore le racisme sont tous différentalistes : ils se fondent sur l'exacerbation des différences. Bien entendu, nous avons à la fois des ressemblances et des différences biologiques, culturelles, linguistiques, culinaires, et j'en passe. La vraie question est de savoir ce qu'on fait des unes et des autres dans le champ politique. Il est donc important de distinguer les niveaux biologique, anthropologique, culturel d'une part, et le niveau politique d'autre part. Abordons-les tour à tour.

Au niveau biologique, les humains en tant qu'espèce ont une histoire. On peut penser cette histoire en termes de ressemblances ou en différences : tout dépend de la profondeur du temps que l'on appréhende. Le temps profond, celui qui remonte à plus de sept millions d'années, nous renvoie à l'homme en tant qu'animal. Nous partageons une foule d'organes et d'aptitudes avec les animaux : nous bougeons, nous sommes sensibles, nous avons une tête, une paire d'yeux, etc. Comme d'autres

animaux, nous avons une vie en société. Le temps moyen, 200 000 ans, nous renvoie à la souche de l'espèce humaine *Homo sapiens sapiens*. C'est l'homme universel et ses caractères spécifiques : tous les humains ont le gros orteil aligné le long de l'axe des autres doigts du pied (les autres primates ont le gros orteil opposé au reste des doigts du pied), ont un langage articulé, font des cérémonies funéraires, etc. Le temps récent, quelques siècles, nous renvoie à la diversité des humains. Les humains se sont diversifiés au cours de leurs trajectoires à travers les continents, sur les plans biologique, culturel, linguistique, social.

On ne parle pas de « race », mais on a trouvé d'autres mots pour nommer les catégories d'humains... En fait, nous n'en manquons pas !

Une race, en sciences, est une catégorie conventionnelle d'individus d'une même espèce. Aujourd'hui, il faut bien admettre que le terme n'est plus utilisé qu'en élevage. Dans ce contexte, c'est l'homme qui a sélectionné au sein d'une espèce des propriétés qui lui sont utiles, et fabriqué des races domestiques. Elles existent parce que l'homme a forcé les croisements et contribué fortement à rendre les caractères raciaux cohérents entre eux. En zoologie, le rang de race a été remplacé par le rang de « sous-espèce », lorsque celle-ci est superposée à l'ancienne notion de « race géographique », ou bien de « race chromosomique » (par exemple chez les criquets ou les souris). Mais parmi les populations humaines, aucun éleveur ne force les croisements. Il existe toujours des caractères raciaux (la couleur de la peau, la forme de l'œil ou du nez, la prépondérance de groupes sanguins, etc.) mais il n'existe pas de « races » statistiquement robustes, parce que les caractères raciaux ne sont pas cohérents entre eux. De plus, l'anthropologie génétique a montré que les catégories faites à partir des traits externes ne recoupent pas les catégories faites à partir de tel ou tel marqueur génétique. Allez donc visiter le nouveau Musée de l'Homme à Paris, qui réouvrira ses portes à la mi-octobre.



Passons au plan politique. Il se trouve que les races que l'on voudrait faire ici ou là n'ont aucune cohérence statistique. Mais quand bien même en aurait-elles eu une, cela n'eût constitué aucun scandale. La diversité humaine peut et doit être étudiée scientifiquement. La vraie question est de savoir ce qu'on fait avec les résultats.

Le racisme est un essentialisme qui transfère des différences biologiques, anthropologiques et culturelles dans le champ du droit. Ainsi pour le raciste, des différences biologiques légitimeraient des droits différents : dans les années 1930, l'Afrique du Sud, l'Allemagne ou les États-Unis d'Amérique avaient des régimes racistes. Albert Jacquart disait, il y a plus de trente ans : « *il ne faut pas être raciste parce que la science montre que les races n'existent pas* ». Cette maladresse se retourne contre l'anti-raciste qu'il était : et si la science venait à dire qu'il existe des races, alors faudrait-il être raciste ? **Qu'il existe des races ou non n'implique rien dans le champ politique, légal et social. L'arène des citoyens reste souveraine dans le choix de la façon de vivre ensemble. Et la République Française a décidé de fonder l'espace public sur l'universalisme.** □

Dinosaure vole...

Ça ne vous semble pas bizarre que des bestioles volent ? Moi si. Je ne parle pas de ceux qui planent, mais de ceux qui volent activement en battant leurs ailes. Je ne parle pas des insectes, mais des animaux comme moi, ceux qui ont un squelette à l'intérieur et une colonne vertébrale. Les vertébrés volants, quoi. De liane en liane, j'essaie de les imiter, mais si je lâche la liane aussitôt je me casse la gueule. Ça, vous ne l'avez pas lu dans mes aventures ! Bon, vous croyiez tout savoir sur le vol des vertébrés ? C'est que vous pensez immédiatement aux oiseaux, et vous avez raison. Ils sont aujourd'hui plus de dix mille espèces connues, alors que nous, les mammifères, ne sommes que la moitié. Les oiseaux volent avec leurs bras, au bout desquels les doigts sont atrophiés : le pouce est très réduit, le second doigt est fort mais les suivants partent en sucette : le troisième est annexé au second et les quatrième et cinquième sont carrément absents. Bref, question doigté, on repassera. Chez les oiseaux, c'est le bras qui fait l'aile, pour ainsi dire.

Fais comme l'oiseau

Mais tout le monde connaît d'autres vertébrés volants : les chauves-souris. On en parle moins, et pour cause : ils se font discrets en ne sortant que la nuit. Le membre antérieur forme une aile aussi. Cependant, l'aile est majoritairement tendue par le squelette de la main. En effet, ce sont les cinq phalanges démesurément longues qui étendent l'aile. Cette aile est très sensible et efficace : avec un millier d'espèces, les chauves-souris représentent un cinquième des espèces de mammifères connus.

Il existe encore une autre sorte d'aile chez les vertébrés, à laquelle personne ne pense parce qu'il s'agit d'espèces disparues. Du Trias, il y a 230 millions d'années, à la fin du Crétacé, il y a 65 millions d'années, les ptérosaures ont sillonné le ciel de toutes les mers et de tous les continents. On retrouve leurs fossiles partout. Respect ! Ptérodactyles et autres ptéranodons ne ressemblaient à rien de ce que nous connaissons aujourd'hui,

avec une diversité de formes époustouflantes, de tailles allant de celle d'un moineau à celle de colosses de douze mètres d'envergure, sans équivalent dans la nature actuelle. Leur aile est portée quasiment par une seule phalange, la quatrième. Le bras est tout petit, en comparaison. Trois doigts libres (du premier au troisième) dépassent de l'aile. Une aile tout à fait originale, et qui a bien fait ses preuves 165 millions d'années durant.

Voilà, nous avons fait le tour des ailes connues chez les vertébrés ; et toutes ces ailes sont apparues indépendamment les unes des autres au cours de l'évolution : celle des ptérosaures il y a 230 millions d'années, celle des oiseaux il y a 150 millions d'années, et celle des chauves-souris il y a 50 millions d'années.

Y'a un os...

Coup de tonnerre cette année, en provenance de Chine. On a publié la découverte d'un dinosaure du Jurassique (160 millions d'années) qui volait avec une quatrième sorte d'aile différente des trois précédentes. Certes, ce bestiau forestier ne devait peser que 400 grammes, mais son aile est un truc de fou : trois doigts terminent le bras, mais ne tendent pas l'aile à proprement parler, sauf un peu le troisième plus long que les autres. C'est le bras, associé à une tige osseuse originale qui part des os du carpe et s'étend vers l'arrière.

Cette tige n'est pas un doigt, et ce n'est sans doute pas un os du carpe transformé. C'est un os inconnu de toute autre forme d'aile, et même de tout membre antérieur de tout vertébré. Un os en plus. Le nom du bestiau vient du chinois : Yi qi. Il avait des plumes, mais aujourd'hui ce n'est plus un scoop : des tas de dinosaures avaient des plumes sans pour autant être des oiseaux. La plume est apparue avant que les oiseaux ne s'en servent pour voler.

Yi qi n'est pas un oiseau, c'est un petit dinosaure à plumes, original, et qui me donne des ailes : allez, salut, je remonte à ma liane ! □



Vos maladies viennent de mes cousins !

Moi, Rahan, fils des âges farouches, je dois ma blondeur à ma grand-mère. Elle était robuste ; elle avait le nez gros et large, la peau claire, de gros bourrelets sus-orbitaires et une sorte de chignon post-crânien. Elle ne craignait pas le froid : elle venait du Nord ! Ses ancêtres étaient les néandertaliens. Ils ne nous ont pas légué que la peau et les cheveux clairs... mais aussi certaines prédispositions à des maladies !



Homme de Néandertal

Les populations d'*Homo sapiens sapiens* se sont répandues hors du continent africain voici 60 000 ans et se sont installées en Asie et en Europe, rencontrant d'autres humains du genre *Homo* plus anciennement implantés. Les humains modernes sont notamment entrés en contact avec les populations néandertaliennes, avec lesquelles il y a eu des croisements. Aujourd'hui, on sait déterminer et « lire » le matériel génétique de fossiles récents. C'est ce qu'on a fait avec les restes d'un Neandertal des montagnes de l'Altaï. Et les résultats publiés en 2014 ont montré que les populations humaines eurasiennes d'aujourd'hui présentent une petite part de leur gènes (entre 1,5 et 4 %) héritée des croisements d'humains modernes avec l'homme de Neandertal, voici 50 000 ans de cela. Mais aujourd'hui on va plus loin. En comparant l'ensemble des gènes (le « génome ») du Neandertal d'Altaï avec 1000 génomes humains actuels, des mutations spécifiques des néandertaliens ont été détectées (« neandertal single site polymorphisms »). Un millier de gènes comportant localement des mutations génétiques spécifiquement néandertaliennes ainsi identifiées ont été cartographiés sur 28 000 génomes humains, des humains (américains, mais de filiation européenne) dont on dispose par ailleurs des profils médicaux tenus dans les fichiers électroniques de santé. L'originalité de cette nouvelle étude¹ réside justement dans ce croisement des données génétiques avec les « Electronic Health records » (HER, ou bases de données électroniques de santé). Il est montré

que ces gènes néandertaliens prédisposent les humains d'aujourd'hui à la dépression nerveuse, aux altérations précancéreuses de la peau dues à l'exposition au soleil, mais aussi à l'hypercoagulation, à la malnutrition, à l'athérosclérose, à l'obésité ou aux troubles du tractus urinaire. Bien entendu, les gènes de Neandertal ne sont pas tous mauvais, cependant, certains d'entre eux constituent un héritage délicat !

Attention, cela ne signifie pas que les gènes identifiés provoquaient l'obturation des artères, la dépression ou le cancer de la peau chez Neandertal. Ces gènes sont des allèles porteurs de risque dans les conditions de vie qui sont celles de l'homme moderne, pas celles de Neandertal. Au contraire, il pouvait être utile, par exemple, de coaguler vite lorsqu'on était blessé lors de chasses préhistoriques, où la vie individuelle était plus courte et ne laissait pas le temps aux maladies du système circulatoire d'apparaître. De même, ceux impliqués dans les altérations de l'humeur et la dépression au long terme chez l'homme moderne contrôlent le rythme circadien, lequel était celui des hautes latitudes aux lumières faibles à une époque où les humains ne vivaient pas éclairés en permanence par des lumières électriques.



En somme, ce sont les conditions de vie d'aujourd'hui qui rendent ces gènes porteurs de difficultés de santé... ils ne le sont pas par eux-mêmes ! Cela nous donne une bonne leçon : l'humain moderne a modifié son environnement de vie tellement vite que sa génétique et sa constitution physique n'ont pas eu le temps de s'adapter à lui-même ! □

¹ Référence : Simonti et al. « The phenotypic legacy of admixture between modern humans and Neandertals ». *Science* 351 (6274) pp. 737-741 (12 février 2016).

L'extinction des dinosaures n'est pas ce qu'on croit !

La plupart des journaux véhiculent une vision populaire de la « disparition des dinosaures » selon laquelle les dinosaures auraient été décimés par la chute d'une météorite voici 66 millions d'années de cela, et qu'ensuite les mammifères (en somme, notre groupe) ont pris leur place. Tout est faux, ou presque, dans ce scénario. Voyons pourquoi.

Premièrement, la météorite

Certes, une météorite est bien tombée à cette époque-là, et elle a laissé un immense cratère d'impact dans le golfe du Mexique. Cependant, même si elle n'a rien arrangé, c'est en réalité l'activité volcanique de grande ampleur sur le sous-continent indien qui a durablement modifié la luminosité, la composition chimique de l'atmosphère et de la mer, et les températures sur des échéances assez longues pour provoquer des bouleversements écologiques considérables.

Deuxièmement

Les mammifères n'ont pas « attendu » la fin des dinosaures pour se diversifier. Plusieurs gisements de l'ère secondaire, dont de nombreux en Chine, ont révélé depuis une quinzaine d'années une faune extraordinaire de petits mammifères très diversifiés sur les plans écologique et anatomique. En réalité, les mammifères se diversifient dès 150 millions d'années *avant* l'extinction dinosaurienne. Seulement voilà, ils ne sont pas gros. Dix kilos au maximum. Les lignages de mammifères d'aujourd'hui, les mammifères placentaires, se diversifient déjà entre – 100 millions et – 90 millions d'années, soit 25 millions d'années avant la fameuse disparition des dinosaures. En réalité, quand on parle de leur déploiement après l'extinction des dinosaures, on parle de celui de leur taille, pas de l'existence des lignages.

Troisièmement

Les dinosaures n'ont pas tous disparu : les oiseaux *sont* des dinosaures. Ils en portent les signatures anatomiques. Dans n'importe quel livre de paléontologie moderne, les oiseaux (*Aves*) sont classés dans les dinosaures (*Dinosauria*), lesquels sont classés dans les reptiles (*Reptilia*). Les dinosaures du scientifique ne correspondent pas aux images d'Épinal des dinosaures.

Enfin, quatrièmement

Ils n'ont pas disparu soudainement. Une étude vient de paraître¹, qui montre que le début de leur déclin date de

40 millions d'années *avant* la fin du Crétacé. L'approche classique d'estimation de la diversité des fossiles d'un groupe zoologique donné consistait jadis à compter le nombre d'espèces par unité de temps. Ici, une approche fondée sur l'arbre phylogénétique très complet des dinosaures (l'arbre qui dessine qui est apparenté à qui) étudie leur dynamique de spéciation (oiseaux compris), c'est-à-dire les vitesses relatives d'apparition et de disparition d'espèces. Ce travail est fait pour chacun des trois grands groupes, à savoir les ornithischiens (groupe auquel appartiennent les stégosaures et les tricératops, par exemple), les sauropodomorphes (groupe des diplodocus et des titanosaures) et les théropodes (groupe des tyrannosaures et des oiseaux), sur les périodes Trias, Jurassique et Crétacé. Si le taux de spéciation décroît en dessous du taux d'extinction, on observe un infléchissement de la courbe de diversité vers le bas. Telle est la figure obtenue pour chacun des trois groupes de dinosaures avec une baisse qui s'amorce dès le milieu du Crétacé inférieur, à savoir au moins quarante millions d'années avant la fin du Crétacé. Ceci est valable autant pour les dinosaures non aviens que pour les oiseaux (lesquels, rappelons-le, sont présents dès le Jurassique supérieur. Deux exceptions, cependant, parmi les ornithischiens : les cératopsiens (tricératops et alliés) et les hadrosaures (dinosaures à bec de canard) sont les deux seuls groupes qui maintiennent un fort taux de spéciation jusqu'au Crétacé terminal. Tous les autres étaient déjà sur le déclin de leur diversité, et l'activité volcanique de la fin du Crétacé n'a fait que renforcer un taux des disparitions déjà fort.



L'histoire évolutive du Vivant est pleine de paramètres et de rebondissements, et la science nous offre une vision plus complète et plus complexe que ne le voudrait notre besoin de récits quasi-mythologiques. □

¹ Sakamoto, M. et al. PNAS 113 (18), pp. 5036-5040 (3 mai 2016).

SERRE-MOI LA NAGEOIRE, FRÈRE !

Moi, Rahan, fils des âges farouches, j'ai remarqué que mes frères « poissons » ont deux palettes avec lesquelles ils poussent l'eau...

Le vocabulaire de la zoologie n'a pas toujours été cohérent. Il existe des organes qui ont été nommés en vertu de la façon dont ils sont positionnés et constitués : vertèbres, humérus, tête, crâne, etc. Mais il existe aussi des organes qui, malencontreusement, ont été nommés en vertu de ce qu'ils font : nageoire, aile, patte... On appelle nageoire tout ce qui sert à pousser l'eau. Ainsi on parle de nageoire pour nommer ce avec quoi le saumon nage ; on parle aussi de « nageoire » chez le dauphin... même si elles ne sont pas du tout faites pareil ! De même, on parle d'« aile » de mouche et d'« aile » de pigeon, mais les deux ailes sont tout simplement incomparables ! Du coup, on n'est pas entraînés à repérer ce qui dépasse de chaque côté d'un saumon - ses « nageoires » pectorales - correspond en réalité à nos bras. Evidemment, on appelle ça des « nageoires » chez le saumon, et nous n'avons pas de « nageoires » puisqu'on ne vit pas dans l'eau !

Et pourtant... C'est bien cet appendice, inséré au corps par plusieurs os, qui fournit un jour notre humérus, en n'étant plus inséré au reste du corps que par un seul os. Cet os, l'humérus justement, sert toujours de base à la nageoire pectorale des coelacanthes et des dipneustes, « poissons » rares qu'on ne trouve pas chez le poissonnier, et qui sont plus apparentés à nous qu'au saumon. L'humérus, c'est le premier segment de notre bras. Mais il y a une suite : radius et cubitus, métacarpe, carpe et phalanges. Si l'origine de l'humérus semble bien comprise, l'origine du reste du bras est plus compliquée à comprendre. Les appendices pairs des vertébrés se correspondent de par leur position sur le corps : les deux nageoires pectorales du saumon correspondent à nos membres antérieurs, ses deux nageoires pelviennes sous son ventre correspondent à nos membres postérieurs. Cependant ces nageoires ne montrent pas de précurseurs évidents de nos avant-bras et de nos doigts : elles sont constituées de petits os en série verticale, les os radiaux, suivis de rayons dermiques. L'homologie entre les os des nageoires rayonnées des actinoptérygiens (30 400 espèces, dont le saumon) et les os des membres des tétrapodes (32 900 espèces, dont les humains) est restée difficile à établir. Les doigts des

tétrapodes ont des os d'origine endochondrale. Cela signifie qu'ils résultent d'une reconstruction osseuse à partir d'un premier canevas cartilagineux qui est remplacé par de l'os. Les rayons des nageoires des actinop-

térygiens sont d'origine dermique : ils résultent d'une ossification directe du derme. Impossible d'aller chercher l'origine des doigts dans ces rayons !

Du coup, on a longtemps pensé que les rayons avaient été perdus chez les tétrapodes et que leurs doigts étaient des formations nouvelles. Un article vient de paraître (1), et qui démontre que les gènes qui impulsent la formation des doigts chez la souris sont les mêmes que ceux qui impulsent la formation des rayons dermiques chez le poisson-zèbre (un cousin du saumon). Cet article montre en effet que des mutants expérimentaux des gènes *hoxa13* et *hoxd13* suppriment le développement des os du poignet et des doigts chez la souris (tétrapode) et celui des rayons dermiques chez le poisson-zèbre (actinoptérygien). Fait intéressant, le poisson-zèbre mutant n'a pas seulement une réduction des rayons dermiques, mais une augmentation du nombre d'os radiaux d'origine enchondrale, qui, rappelons-le, sont de petits os qui s'attachent à la ceinture pectorale et qui portent les rayons dermiques. Or, s'il est vrai que les tétrapodes ont perdu leurs rayons dermiques aux membres antérieurs, leurs doigts ont été proposés comme homologues de la rangée la plus distale des os radiaux des actinoptérygiens. Tout se passe comme si, chez des ancêtres communs aux tétrapodes ayant vécu voici 370 millions d'années, leurs membres et leurs doigts ont pu provenir de l'inactivation de ces gènes, réduisant drastiquement la formation de rayons dermiques, mais rendant également disponible du matériel enchondral à la base d'une nageoire qui n'en est plus vraiment une... matériel remobilisé dans ce lignage vers la formation d'un poignet et de doigts... Ces fameux gènes, on a mis le doigt dessus ! □

1 : Nakamura T. et al. Nature 537, pp. 225-228 (8.09.2016) ; Saxena A. & Cooper K.L. Nature 537, pp. 176-177 (8.09.2016)



L'origine de la violence

Moi, Rahan, fils des âges farouches, je ne cesse d'empêcher ceux qui marchent debout de se battre. Nous avons l'impression de vivre un siècle violent. Rien n'est plus faux. Pour s'en rendre compte, il faut remonter le temps, avec les historiens, puis avec les phylogénéticiens, ceux qui étudient les degrés relatifs de parenté entre les espèces. Commençons avec ces derniers.

La violence peut être rigoureusement définie comme un acte d'agression menant à la mort d'un congénère. Dans un article récemment paru dans le journal Nature (1), les données de taux de violence pour chaque espèce sont plaquées sur une phylogénie des mammifères (un arbre traduisant les relations de parenté). Elles sont également comparées chez les humains sur différentes périodes remontant jusqu'à nos origines, et selon différents types d'organisations sociales. Ces données sont issues d'occurrences de 4 millions de décès enregistrés parmi 1024 espèces de mammifères réparties en 137 familles. Pour les humains, les données viennent de la compilation de 600 études témoignant de violence depuis le Paléolithique (jusqu'à il y a trois millions d'années, c'est-à-dire avant notre espèce) jusqu'aux enregistrements anthropologiques des siècles récents. Le taux de violence est le nombre de décès par violence rapporté au nombre de décès toutes causes confondues pour une espèce donnée.

Il apparaît que la violence survient lorsque les espèces sont à la fois sociales et territoriales. La violence s'hérite : une espèce a d'autant plus de chances d'être violente qu'il y en a eu dans son lignage. Les techniques employées par les chercheurs permettent de déduire le taux de violence à chaque embranchement de l'arbre phylogénétique des mammifères. Le taux de violence à l'origine des mammifères est estimé à 0,3 % soit un décès par violence entre congénères pour 300 décès. La violence se concentre principalement chez les primates, certains rongeurs et les carnivores. Il est de 1,1 % à l'origine commune des primates et des rongeurs, et monte à 1,8 % à l'origine des grands singes. A l'origine de notre espèce le taux est à 2 %, en gros six fois le taux d'origine des mammifères. Nous sommes donc des mammifères particulièrement violents, du moins à l'époque de nos origines.

Mais ce n'est pas fini... Au sein de l'espèce humaine, le taux semble culminer entre 15 % et 30 % entre – 3000

ans et – 500 ans, surtout entre tribus et petits royaumes. En effet, dans cette étude les humains sont répartis en catégories de grands types d'organisation sociale : bandes, tribus, petits royaumes, états. Le taux n'augmente pas - par rapport à son fonds phylogénétique - chez les bandes et tribus préhistoriques, tandis qu'il est significativement plus haut chez les bandes et tribus d'aujourd'hui. En revanche, le taux est toujours plus haut pour les petits royaumes quelle que soit la période, et significativement moins haut pour les états, quelle que soit la période. En gros, le monde féodal et les petites chefferies ont toujours été violents, mais les états ont des effets pacificateurs, s'agissant de la violence civile. Les états d'aujourd'hui, surtout, sont particulièrement peu violents.

Depuis l'ère moderne, on savait déjà que l'état avait confisqué la violence domestique - devenue illégale - au profit d'une violence légale investie dans les forces armées et la guerre.

Ainsi le taux de violence « domestique » baisse depuis plus d'un siècle au sein des états : chez nous, il est de moins de 1 pour 10 000, soit 0,01 %, soit 200 fois moins qu'à l'origine de notre espèce. Ce que des historiens de la violence confirmeront : par exemple, les registres de police de l'Artois, qui figurent parmi les plus réguliers et les plus robustes, et compilés depuis le quatorzième siècle, montraient déjà une nette différence entre la violence domestique (menant à mort d'homme) tolérée dans les temps anciens et la pacification domestique opéré par l'État moderne qui se met en place au 17ème siècle. Le phénomène est également détectable dans les registres suisses, et ailleurs en Europe.

En somme, malgré les effets de loupe médiatiques, où le moindre meurtre fait la Une des journaux télévisés et de la presse du jour, nous n'avons jamais été aussi peu violents depuis plusieurs dizaines de millions d'années. □



1 : Gomez J.M. et al. Nature 538, pp. 233-237 ; Page I, M. Nature 538, pp. 180-181.

Qu'est-ce que l'histoire naturelle ?

L'histoire naturelle a été oubliée dans la seconde moitié du XX^{ème} siècle. À tel point que peu de biologistes aujourd'hui sont capables de dire ce qu'elle est. Les décideurs, et les scientifiques eux-mêmes, ne lui donnent plus d'argent. L'Histoire naturelle est occultée dans les formations quel que soit le niveau scolaire. Le plus souvent, on en fait alors sans même savoir qu'on en fait.

L'histoire naturelle a été – et est toujours – une méthode d'enquête, d'inventaire, de description et de classification du monde naturel, « tout ce qui est », humains compris. À ses débuts, il existait une histoire naturelle fixiste au siècle de Linné (XVIII^{ème} siècle). S'ajouteront progressivement à ces aspects initiaux la prise en compte de l'histoire (au sens moderne du terme) des objets dans le temps long : c'est aujourd'hui la science de l'organisation de la diversité du réel, faite d'objets résultant d'une histoire particulière. L'histoire naturelle étudie les choses dans leur diversité, leur temporalité et leur historicité. Elle s'intéresse aux lois, certes, mais surtout à la singularité des objets chargés d'histoire et aux régularités que donne à voir la moyenne des singularités. Elle s'intéresse au patrimoine naturel commun de l'humanité, celle-ci incluse. Aujourd'hui elle s'applique à tous les niveaux d'organisation de la matière, de la minéralogie et des données génétiques jusqu'aux écosystèmes et aux planètes. Elle utilise pour cela les technologies les plus avancées et les plus innovantes.

Fait largement ignoré aujourd'hui, y compris par la majorité des biologistes, l'histoire naturelle procède d'une méthode particulière qu'on ne trouve pas ailleurs : l'histoire naturelle opère par comparaison d'objets, laquelle commence avec trois objets. Objets est ici à prendre au sens large : outils lithiques, spécimens, individus biologiques, espèces, météorites, crânes, artefacts humains, langues, symboles, séquences d'ADN, etc. Cette comparaison se distingue d'autres comparaisons utilisées ailleurs en science (par exemple la comparaison d'une situation expérimentale avec ses situations témoins). Dans une situation expérimentale classique, les réactions d'un système d'interactions dans une situation contrôlée testée sont comparées aux réactions d'un système équivalent dans une autre situation, et/ou à un système témoin. De ces comparaisons découleront des déductions. Dans une approche par modélisation, les prédictions du modèle sont comparées aux données issues du terrain. En histoire naturelle, ce sont des objets qui sont comparés. Compte tenu du fait que c'est l'histoire qui va rendre compte des différences ou des ressemblances entre les objets, les causes mobilisées

ne s'inscrivent pas dans le temps de vie ou dans le temps des processus qui rendent compte de la dynamique de l'objet lui-même, mais dans une trame historique d'objets semblables. Il s'agit alors de paléoétiologie, ou palétiologie, la science des causes passées (et non celle des causes présentes). Ce qui explique les objets ne sont donc pas les processus qui les font changer ici et maintenant, mais une rétro-diction des conditions historiques qui leur ont donné naissance.



Cette double caractéristique de comparaison d'objets tournée vers un régime d'explication historien nourrit et entretient aujourd'hui un lien original entre le terrain, le laboratoire de recherche et les collections d'objets et de spécimens. C'est pourquoi il existe des collections de référence dans les musées d'histoire naturelle. Chaque objet portant la trace d'une historicité propre, chaque objet n'ayant existé qu'une seule fois, il faut en référencer un certain nombre d'entre eux dans des collections de manière à ce que les noms utilisés pour désigner des classes d'objets (par exemple des espèces) puissent s'ancrer dans le réel grâce à un référentiel porte-nom.

Sans quoi, très vite les usages langagiers divergent et on ne sait plus de quoi on parle. Ou bien les organismes évoluent (organismes à temps de génération court) ou disparaissent, et l'on ne sait plus de quoi parlait tel auteur d'il y a deux siècles. □

Rahan suit ses pistes de chasse au flair, comme les autres animaux !

Depuis Paul Broca, il est généralement considéré que l'espèce humaine est déficiente dans ses performances olfactives... Mais c'est un mythe !

L'église catholique du Second Empire accusait l'école de médecine de Paris d'enseigner l'athéisme et le matérialisme (tout de suite les gros mots !). Leur cible était notamment le neuroanatomiste et anthropologue Paul Broca, à qui ils faisaient toutes les chicanes administratives qui étaient en leur pouvoir, en l'accusant de corrompre la jeunesse. Ils ne pouvaient pas le sentir... pour ainsi dire. Broca, de son côté, en remettait une couche dans une anatomie comparée qu'il inscrivait dans la filiation évolutive des êtres vivants de Darwin. Il remarqua que les lobes frontaux étaient peu développés chez les rongeurs et les carnivores, tandis que leurs lobes olfactifs apparaissaient proéminents. Il remarqua que les lobes frontaux étaient démesurément grands chez les humains, et que leur altération affectait le langage et la pensée, et que les lobes olfactifs étaient petits en proportion. Le célèbre neuroanatomiste émit alors l'idée que le développement évolutif des lobes frontaux, et donc l'émergence du langage et de la pensée telle qu'on la connaît chez les humains, se seraient faits au détriment des lobes olfactifs, plus petits proportionnellement au reste du système nerveux central que chez les autres mammifères.

En 1879 il classa les mammifères en osmatiques et anosmatiques. Les premiers tiraient de l'olfaction le stimulus principal de leur comportement, les seconds nullement. Parmi eux, les cétacés, dépourvus de structures olfactives comparables, et les primates, dont les principales sources des comportements sont principalement stimulés par d'autres sens que celui de l'olfaction. Remarquons qu'il ne s'agissait pas d'une moindre performance de l'olfaction humaine... d'ailleurs, Broca n'a pas effectué de tests expérimentaux comparatifs des véritables performances olfactives. Mais il s'agissait plutôt, dans cette classification, de notre capacité à diriger consciemment nos actions en fonction de stimuli olfactifs, ce qui n'est pas du tout la même chose. Nous pouvons bien humer, mais ne pas en faire le principal moteur conscient de nos actions. Mais le pli a été pris, tout le monde répéta ensuite que les humains sont les parents pauvres de l'olfaction.

Cette sous-performance est un mythe, mais celui-ci a influencé régulièrement l'interprétation des neurobiologistes de l'olfaction jusque récemment. C'est ce que

dénonce une très intéressante revue parue récemment dans le journal Science¹. Certes, les lobes olfactifs humains sont plus petits en proportion d'autres lobes du cerveau, mais ils ne sont pas plus petits que celui des autres mammifères en nombre absolu de neurones. Ce nombre est de dix millions environ par lobe olfactif, et la marge de variations entre les espèces de mammifères testées est d'un facteur 28, tandis que la marge des variations de la masse des mêmes espèces est de 5800.



Par ordre croissant de ce nombre chez des espèces testées, on a d'abord l'humain mâle, puis la souris, le hamster, le cochon d'inde, l'humain femelle, le macaque et le rat. On voit bien que ces variations n'ont pas de cohérence taxonomique : rongeurs et primates sont mélangés. Au cours de l'évolution humaine, les lobes olfactifs ne sont pas devenus plus petits ; c'est le reste du cerveau qui s'est développé. De véritables tests expérimentaux montrent que les humains détectent une diversité d'odeurs comparable à celle d'autres mammifères, et que chaque espèce a des sensibilités particulières pour certaines odeurs. Ainsi, sur certains types d'odeurs les humains manifestent de meilleures performances olfactives que les rongeurs de laboratoire ou les chiens, tandis que pour d'autres odeurs ces derniers sont meilleurs. Les humains sont capables de suivre une piste olfactive dans la nature ; leur état affectif, émotionnel et même leur comportement sont influencés par les odeurs.

La communication olfactive, jadis réservée aux « animaux primitifs », est à l'œuvre chez les humains et renseigne ou influence chacun en termes d'attachement, de relations familiales, niveaux d'anxiété ou de stress, de disponibilité sexuelle, même si ces informations ne sont pas toujours traitées de manière consciente. □

¹ McGann, J.P. Science 356 (6338), eaam7263 (12 mai 2017).

Critiquer les religions : une nécessité démocratique et républicaine.

Les religions sont des croyances collectives rigidifiées dans des institutions souvent très anciennes que sont les Églises. La plupart d'entre elles, et au tout premier chef les religions monothéistes, ont des visées politiques fortes, tout particulièrement dans le domaine de l'enseignement. Leurs marges les plus conservatrices ont du mal à admettre que dans l'espace public français, la république est au-dessus des religions, et non l'inverse.

Les religions sont d'abord des systèmes d'idées instituées. Les croyances tenues pour vraies soudent le groupe de ceux qui y adhèrent. En tant qu'idées, elles s'exposent à être critiquées, surtout dans un pays où les libertés d'opinion, de parole et de la presse sont licites, et même fondatrices. Seulement voilà, en critiquant les croyances religieuses, ceux qui y adhèrent voient la cohésion de leur groupe menacée. Cependant, sans même menacer personne, on peut critiquer les religions pour des raisons philosophiques, morales, sociales, rationnelles, historiques, ou encore politiques. Dans ce dernier cas, cela procède d'une lucidité salutaire : veut-on qu'elles régissent à nouveau la sphère publique dans la société française ? Pour ceux qui répondent non, le « on peut » se transforme en « on doit ».

Si l'on pouvait dépassionner les réactions que suscitent les publications de *Charlie hebdo* par une méthodologie élémentaire de la pensée, on pourrait commencer par indiquer les pièges et confusions à la source d'erreurs de logique et d'égarements de la parole et des actes :

- Lorsqu'on confond la critique des idées et des actes avec la critique des personnes. **En démocratie, on ne tue pas quelqu'un pour ses idées.** Le premier entraînement à la démocratie consiste à ne pas se sentir personnellement offensé par ceux qui critiquent des idées auxquelles on adhère. En science, c'est même un sport professionnel que de mettre à l'épreuve des faits les idées d'autrui, de se faire éprouver les siennes par autrui, lequel n'est ni ami ni ennemi.
- Lorsqu'on renonce, par couardise ou par intérêt, à critiquer des idées que l'on juge dangereuses ou absurdes au motif qu'elles sont celles d'anciens opprimés, ou celles d'opprimés ici et maintenant, parce qu'ils sont pauvres, immigrés, minoritaires, ou je ne sais quoi encore. **Le complexe postcolonial égare souvent sur des terrains compassionnels glissants.** En critiquant l'un des motifs de leur op-

pression, en critiquant ce qu'ils croient être leur planche de salut, on leur rend service par un exercice d'entrée en démocratie : certes on a liberté de critiquer les idées, mais en retour il faut s'attendre à voir les siennes mises à l'épreuve.

- Lorsqu'on renonce, par couardise ou par intérêt, à critiquer les idées que l'on juge dangereuses ou absurdes des puissants.
- Lorsqu'on confond la critique des religions avec le racisme, ce qui est évidemment absurde. **Les religions sont des croyances instituées, le racisme est la dévalorisation et une essentialisation profitables d'une différence biologique.**
- Lorsqu'on exerce une sévérité différentielle à l'égard des idées et des actes suscités par telle ou telle religion ; ici à **l'extrême droite on instrumentalise la laïcité contre l'islam mais en omettant de critiquer le lobbying politique feutré du catholicisme qui sape les bases de la laïcité républicaine depuis bien plus longtemps** ; là chez une certaine gauche une mansuétude à l'égard de l'islam en faisant l'autruche sur ses moyens meurtriers de déstabilisation de la République. Si *Charlie hebdo* publie des dessins sur les exactions de l'islam extrémiste, c'est qu'actuellement c'est cet islam-là qui commet les attentats les plus meurtriers, et non les bouddhistes, les catholiques ou les adorateurs du Mandarom. Eurent-ils commis de tels actes, ils auraient eu droit à leurs caricatures en première page. Ils l'ont d'ailleurs eue pour bien moins que ça. Suite logique de l'erreur précédente, lorsqu'on donne des statuts différents aux religions, certaines bénéficiant de visions angéliques, d'autres diabolisées.
- Lorsqu'on confond le respect de principes politiques avec l'oppression d'idées. **Lorsque la République décide que les revendications de droits spéciaux accordés à des communautés religieuses sont irrecevables, elle n'est pas en train de critiquer des idées qui soudent cette communauté, mais de faire respecter un principe politique inscrit dans la constitution.** Ainsi, la République française n'est-elle pas « athée », comme affectent de le croire certains, mais en principe neutre à l'égard des religions (neutralité d'ailleurs encore largement perfectible). Comme l'absurde revendication du « droit à la différence » mène à la différence des droits, elle y substitue un

précieux « droit à l'indifférence » : dans la sphère publique, vous ne serez pas discriminés ni en droits ni en devoirs au motif de votre religion, et dans la sphère privée vous ne serez nullement inquiétés d'exercer (ou non) telle ou telle religion.

- Lorsqu'on oublie les principes qui nous guident, en se demandant : de quel ton, de quel droit puis-je critiquer les religions des autres comme des systèmes d'oppression et de domination ? Par un principe universaliste. Le ton doit être celui de la méthode rationnelle qui, si elle fonde l'approche, n'exclut pas l'humour comme adjuvant. La Raison, universellement, ne rend pas seulement nos actes

efficaces, elle doit servir l'émancipation des humains les plus dominés. **Le droit de critiquer est celui des droits de l'Homme, qui inclut dès la fin du XVIII^e siècle la liberté d'opinion et celle d'expression.** Ceux qui confondent critiquer et interdire (une confusion de plus, très répandue !) refusent qu'on critique les religions d'autrui au nom des droits de l'Homme parce que ceux-ci incluent la liberté de conscience dont la liberté religieuse. Absurde !

Critiquer les religions : un droit de l'Homme et, pour le coup, presque un devoir républicain ☐

DÉCLARATION UNIVERSELLE DES DROITS DE L'HOMME

Article 18

Toute personne a droit à la liberté de pensée, de conscience et de religion; ce droit implique la liberté de changer de religion ou de conviction ainsi que la liberté de manifester sa religion ou sa conviction, seule ou en commun, tant en public qu'en privé, par l'enseignement, les pratiques, le culte et l'accomplissement des rites.

Article 19

Tout individu a droit à la liberté d'opinion et d'expression, ce qui implique le droit de ne pas être inquiété pour ses opinions et celui de chercher, de recevoir et de répandre, sans considérations de frontières, les informations et les idées par quelque moyen d'expression que ce soit.

Extinctions en vue

Le danger d'extinction chez les animaux vertébrés concerne les petites tailles et les grandes tailles. Au cours des 50 prochaines années, les mammifères tropicaux de grande taille seront les plus touchés.

Une synthèse scientifique récente fait le point sur les facteurs qui menacent les mammifères et les oiseaux terrestres, au premier chef l'agriculture, et le développement démographique de pays aux faibles rendements agricoles¹. L'impact est majeur sur les espèces de grande taille. L'article utilise un modèle pour prévoir les risques d'extinction d'espèces de mammifères et d'oiseaux pour les 50 prochaines années. Le risque est maximal pour les mammifères de grande taille d'Afrique sub-saharienne, d'Asie du Sud-Est et d'Amérique du Sud. Ils sont menacés par le morcellement et l'appauvrissement de leur habitat induits par les humains. Par la vitesse du réchauffement aussi, qui change ces habitats trop rapidement pour ces espèces aux temps de génération longs : leur lignage n'a pas le temps de s'adapter. Et enfin, la chasse continue de les menacer.

Mais la gamme complète des tailles a-t-elle vraiment été prise en compte ? Dans un article récent², une riche base de données enregistrant la masse corporelle de plus de 27 500 vertébrés (en gros, la moitié des espèces connues) a été croisée avec leur statut en matière de conservation tel qu'il figure dans les listes de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN). De plus, la variation de taille intra-spécifique est également prise en compte pour plus de 21 000 espèces. Ce qu'il y a de nouveau, c'est que les risques les plus élevés ne concernent pas que les espèces les plus grandes, mais aussi les plus petites. Plus exactement, la probabilité d'extinction est positivement et significativement corrélée aux grandes tailles chez les oiseaux, les chondrichthyens (requins et raies), les mammifères. La courbe de risque est à « deux bosses » chez les amphibiens, les squamates (lézards et serpents) et chéloniens (tortues), et les actinoptérygiens (poissons à nageoires rayonnées) : ce sont les petites tailles et les grandes tailles qui sont les plus menacées. Pour l'ensemble des vertébrés, le point de flexion de cette bimodalité s'effectue autour d'une masse de 35 grammes. Plus la gamme de taille est grande dans une espèce, plus elle a tendance à être menacée, et ceci pour tous les vertébrés. Lorsque la nature des risques pesant sur les espèces menacées tels qu'ils sont identifiés par l'UICN est comparée à leur masse, il apparaît que les grandes tailles sont surtout menacées par la chasse, puis la fragmentation de l'habitat, et les petites tailles par la pollution, la

perte d'habitat par le défrichage ou l'agriculture.

La même UICN a récemment rendu ses résultats³ pour la faune de mammifères sur le territoire métropolitain français par un communiqué de presse du 15 novembre 2017. L'amélioration ou la dégradation du statut de protection sont donnés pour la période 2009-2017. Ça va mieux pour le bouquetin ibérique, le bouquetin des Alpes, la loutre d'Europe, le rhinolophe euryale, et le grand rhinolophe (deux chauve-souris).



le grand rhinolophe

En revanche, ça va de mal en pis pour trois autres espèces de chauve-souris, le putois d'Europe (son habitat est touché par l'intensification des pratiques agricoles), le vison d'Europe (en danger critique), le crocodile leucode (sorte de musaraigne touchée par l'épanche-



Vison d'Europe

ment des pesticides), le desman des Pyrénées (petit insectivore aquatique). Une espèce de mammifères du territoire métropolitain français sur trois est menacée ou quasi-menacée, que ces mammifères soient terrestres ou marins. C'était une sur quatre en 2009. Sur l'ensemble des 125 espèces mammaliennes métropolitaines, 17 ont un statut d'espèce menacée (comme par exemple le loup, l'ours, le lynx d'Europe, et ceci malgré les directives de protection) et 24 autres un statut d'espèce quasi menacée comme par exemple le phoque veau marin, le molosse de Cestoni (une chauve-souris touchée par les collisions avec les pales des éoliennes) ou la noctule commune (autre chauve-souris).



Lynx d'Europe

Les meilleures solutions préconisées par l'UICN s'agissant du territoire métropolitain sont la restauration des zones humides et du bocage, le maintien de zones agricoles extensives, ainsi que des actions bien ciblées de protection pour les espèces touchées par les risques les plus graves d'extinction. □

¹ Tilman, D. et al. Nature 546, 73-81 (1er juin 2017).

² Ripple, W.J. et al. PNAS 114 (40) : 10678-10683 (3 octobre 2017).

³ voir : www.uicn.fr/liste-rouge-mammiferes
inpn.mnhn.fr/actualites/lire/8361

Elles ont la peau dure...

Même durant les âges les plus farouches, les sœurs de Rahan vivent plus vieilles !

On savait déjà que les femmes vivent plus longtemps que les hommes partout dans le monde, et cette différence a déjà reçu des explications biologiques et sociologiques. Tout le monde a entendu parler des comportements à risques que les mâles adopteraient plus volontiers, comme la consommation accrue d'alcool, de tabac, et de substances psychotropes, une conduite automobile moins stricte, et une alimentation moins saine, augmentant les risques cardiovasculaires, cancers du poumon et autres cirrhoses du foie... jusqu'aux rixes entre jeunes mâles, utilisées jusqu'au plus profond du XIV^{ème} siècle pour régler la sécurité aux abords des villages, en tout premier lieu contre les jeunes arrogants du village voisin. Ce qui, à l'époque, provoquait des morts.

Mais ces causes n'expliquent pas tout. Elles sont centrées sur des modes de vie occidentaux, et la plus grande longévité féminine est un phénomène mondial. Surtout, plusieurs enquêtes montrent que dans des microcosmes où le mode de vie des hommes et celui des femmes sont les plus semblables possibles, comme dans les sectes mormones, la différence de longévité reste statistiquement significative. De même, lorsqu'on compare la longévité des nonnes cloîtrées avec celle des moines cloîtrés, où leur mode de vie s'éloigne des comportements à risques de la population générale, les premières continuent de faire de plus vieux os que les seconds. Enfin, la mortalité mâle reste supérieure à celle des femelles chez les nouveaux nés, alors que l'apprentissage des comportements à risques n'est pas encore en place. En bref, même s'il existe des déterminants comportementaux et sociologiques de cette différence de longévité, on devine qu'ils n'expliquent pas tout de cette différence.

Pour s'extraire des déterminants sociologiques, rien de tel qu'une bonne crise (enfin, dans les grandes lignes...). Un article récent décide d'explorer la différence de longévité entre hommes et femmes lors de situations de mortalités populationnelles extrêmes, en cas de famines, d'épidémies, ou d'esclavage. Sept populations en situation de crise sont ainsi choisies comme cas d'étude en raison de la précision des données historiques, suffisante pour qu'on ait pu calculer une espérance de vie de 20 ans ou moins pour au moins l'un des deux sexes. Ces cas extrêmes sont les suivants. Tout d'abord, l'immigration des esclaves affranchis des Amériques au Libéria entre 1820 et 1843 : l'arrivée fut un

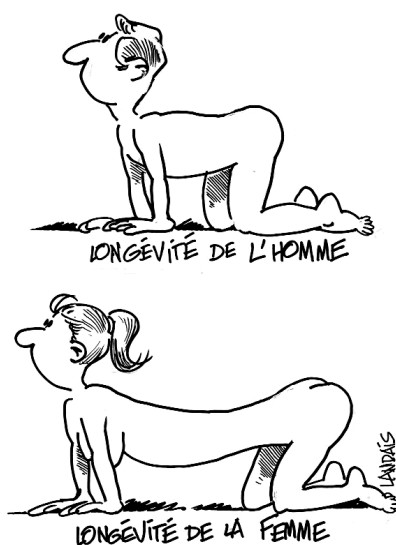
choc sanitaire et les taux de mortalité font partie des records. 43 % des arrivants ne survivaient pas un an, et l'espérance de vie à la naissance est calculée à 1,68 an pour les garçons et 2,23 ans pour les filles. Ensuite, la population d'esclaves à la Trinité entre 1813 et 1816, la famine de 1933 en Ukraine, la famine suédoise de 1772-1773, l'épidémie de rougeole en Islande en 1846, l'épidémie de rougeole en Islande en 1882, enfin la famine d'Irlande entre 1845 et 1849 suite à la fameuse crise agronomique et économique de la patate, responsable d'un million de morts et sur le court terme de deux millions d'émigrés. Quelle que soit la tranche d'âge à laquelle on s'intéresse, quel que soit le pays et l'époque, les femmes ont toujours une mortalité inférieure dans

tous les cas. Leur résistance aux conditions difficiles est toujours meilleure. De plus, elles vivent globalement plus longtemps dans tous les cas sauf un. C'est le différentiel de mortalité infantile entre les sexes qui pèse le plus lourd dans la différence d'espérance de vie. Même dans des situations de mortalités extrêmes, les petites filles survivent mieux, à des âges où les différences entre genres, comportementales ou sociologiques, sont encore peu marquées, ou bien même auraient tendance à favoriser les garçons. Ces données vont dans le sens d'une origine biologique à cette différence de capacité à survivre, disons au moins un poids important aux facteurs biologiques.

Les facteurs sociologiques expliquant le patron démographique des mortalités masculines d'aujourd'hui ne sont pas récusés, simplement ils se superposent à un fonds biologique en faveur de la longévité des femmes. L'article discute d'hypothèses biologiques, notamment en termes d'effets hormonaux différents sur le système immunitaire. Les estrogènes, notamment, aux effets immunostimulants, vasoprotecteurs, anti-inflammatoires, sont très commentés.

Fait intéressant, et non des moindres, une longévité accrue des femelles est observée chez tous les primates chez lesquels les données sont suffisantes, qu'ils soient sauvages ou en captivité. En somme, cette différence physiologique serait ancrée plus profondément dans l'histoire des primates, et nous en avons hérité, puis lui avons ajouté, localement, d'autres déterminants qualifiés de « culturels ». Ce qui fait que la moindre espérance de vie masculine s'explique par plusieurs composantes, certaines générales, et d'autres plus locales. □

Zarulli, V. et al. PNAS 115 (5) : E832-E840 (30 janvier 2018)



Pourquoi tant d'humanités ?

Ceux qui marchent debout étaient répartis en de nombreuses espèces voici presque deux millions d'années de cela. Pourquoi tant d'humanités à cette époque ?

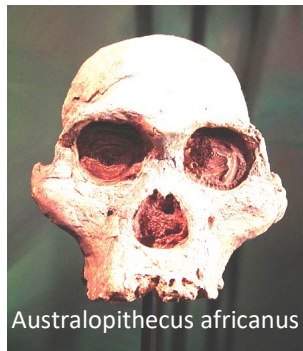
On trouve dans le registre fossile vers - 1,9 millions d'années la coexistence de toute une série d'espèces humaines, ceux qui marchent debout : Homo georgicus,



Homo ergaster

Homo habilis, Homo ergaster, Homo rudolfensis, Homo erectus, Paranthropusboisei, Paranthropusrobustus, Australopithecussediba, et peut-être même encore quelques Australopithecus africanus... C'est l'époque où les australopithèques disparaissent et où fleurissent en revanche les

paranthropes et les Homo, les humains au sens large si l'on préfère, avec tout particulièrement le déploiement d'Homo erectus. C'est le moment, pense-t-on, où l'aridification et le réchauffement augmentent les superficies de savane. L'étude des isotopes du carbone des dents d'Homo erectus suggère que son alimentation était plus variée que celle des paranthropes, plus herbivores. Ce qui laisse supposer un régime plus opportuniste dans un environnement changeant. On a ainsi tenté de corréler la quantité et la diversité des fossiles de « la lignée humaine » aux données climatiques (voir par exemple deMenocal, P. Pour La Science n°445, numéro spécial l'odyssée humaine, novembre 2014, pp. 44-51).



Australopithecus africanus

Cependant, les histoires sur les raisons climatiques de la diversification et de l'expansion des taxons de « la lignée humaine » entre - 7 millions d'années et - 1 million d'années vont devoir être révisées. En effet, un article récent (1) confronte les fluctuations de la diversité de ces espèces non pas aux événements climatiques passés, mais à la disponibilité des couches accessibles et à l'effort d'échantillonnage... des chercheurs ! On estime d'abord la diversité taxique, c'est-à-dire le nombre d'espèces présentes, dans des tranches de temps successives de 250 000 ans, et ceci durant six millions d'années (entre - 7 M.A. et - 1 M.A.). On estime ensuite la diversité phylogénétique dans ces mêmes tranches de temps, c'est-à-dire le nombre de lignages observés auquel on ajoute celui des lignages qui devaient être là

mais qu'on n'observe pas. En effet, dans un arbre de parenté, il existe des branches qui doivent s'enraciner assez profond en raison des caractères que portent leurs membres, mais dont ceux-ci ne sont connus que sur le tard, chronologiquement parlant. Ils ont derrière eux une « lignée fantôme », un peu comme l'ornithorynque et ses cousins les échidnés, qui sont des reliques étranges vivant aujourd'hui, mais dont la lignée fantôme s'enracine presque sans fossiles jusque dans le Jurassique. Mais revenons à nos humains. Diversité taxique et diversité phylogénétique sont comparées à des métriques d'échantillonnage fondées (1) sur la superficie des formations fossilifères disponibles pour ces mêmes tranches de temps, propices pour échantillonner des mammifères, ou propices pour échantillonner des primates, ou encore propices pour échantillonner des primates de la lignée humaine, et (2) sur l'effort de collecte, mesuré en mois/homme de fouilles ; ceci afin d'estimer les contraintes géologiques et anthropogéniques qui pèsent sur l'exploration du passé. Patatras : la diversité taxique, les formations propices aux primates fossiles et l'effort de collecte sont étroitement corrélés. La répartition et la richesse des espèces de « la lignée humaine » à travers le temps n'est alors en première instance qu'un effet de l'hétérogénéité temporelle de l'échantillonnage des fossiles, et non le fruit d'une réponse évolutive de cette lignée à un scénario climatique. Le pic de diversité taxique à - 1,9 M.A. n'est qu'un artefact d'échantillonnage dû à la disponibilité maximale des formations géologiques propices. L'estimateur de diversité phylogénétique est, lui, maximal à - 2,4 M.A., mais ne correspond pas aux maxima prévus par les métriques d'échantillonnage. C'est trivial, au fond : on ne trouve que là où l'on peut chercher. Et puis, aussi, plus de monde fouille, et plus on a de chances de trouver. Ce qui est moins trivial, c'est de pouvoir le démontrer à l'échelle mondiale sur plus de cinquante ans de fouilles.

Cela ne signifie pas pour autant que l'évolution humaine aurait échappé aux tendances à long terme du climat. Mais avant de présenter de manière convaincante la paléo-diversité humaine comme reflétant les instabilités climatiques passées, il faut d'abord l'en avoir débarrassée de ces biais d'échantillonnage. □

1 : Maxwell, S.J. et al. PNAS 115 (19) : 4891-4896 (8 mai 2018).

Encore des histoires de famille...

Bon, ça y est, les petites coucherries préhistoriques, sur lesquelles les aventures de Rahan jettent un voile pudique, se révèlent au grand jour... Tout ça à cause de l'ADN !

L'impression nous est donnée que les chercheurs de l'Institut Max Planck d'Anthropologie évolutive à Leipzig en Allemagne ont décidé de séquencer l'ADN de tous les génomes des humains fossiles qui leur tombent sous la main. Heureusement que l'ardeur et la technologie qu'ils mettent à détecter les hybridations entre populations n'est pas appliquée aux humains d'aujourd'hui, parce que sinon... il y aurait des surprises qui ne feraient pas plaisir à tout le monde !

Par un article qu'ils publient dans le journal *Nature* (1), voici donc le génome de « Denisova 11 », appellation correspondant à un fragment d'os long issu de la grotte de Denisova en Russie. Cet os avait préalablement été daté par radiocarbone à plus de – 50 000 ans, et l'analyse de sa structure interne donnait à son propriétaire un âge de 13 ans au moment du décès. Le génome mitochondrial le rattachait à un spécimen néandertalien.

Mais qu'est-ce qu'un génome mitochondrial ? Dans chacune de nos cellules, il y a de l'ADN (support matériel des gènes) dans le noyau de la cellule (on parle donc de gènes « nucléaires ») et dans les petites centrales énergétiques des cellules, appelées mitochondries (on parle alors de « gènes mitochondriaux »). Un individu hérite de la moitié des gènes nucléaires de son papa, et de l'autre moitié de sa maman. En revanche, il n'hérite des mitochondries que de sa maman. Parce que durant la fécondation, les mitochondries du spermatozoïde n'entrent pas dans l'ovocyte ; seul le noyau entre, et donc le matériel génétique nucléaire paternel. Si bien que l'œuf héritant des mitochondries de l'ovocyte, tous les individus ont les mitochondries de leur mère.

Par ailleurs, les relations de parenté avec les fossiles les plus proches de nous se dessinent aujourd'hui plus précisément dans leur chronologie (2). Le lignage propre à l'Homme de Neandertal semble s'individualiser vers – 600 000 ans. Une lignée s'en sépare vers – 390 000 ans en Asie, elle porte le nom de « Homme de Denisova ». Entre temps, Neandertal en expansion s'est installé en Europe vers – 430 000 ans.

Le lignage frère de tout ce beau monde est le nôtre, et les premières traces fossiles d'*Homo sapiens sapiens* sont datées à – 300 000 ans en Afrique, continent d'où sortira notre espèce plusieurs fois, au moins une à – 100 000 ans et une autre vers – 60 000 ans, avec une extension en Europe à partir de – 45 000 ans, d'où Neandertal

s'éteindra vers – 35 000 ans.

Ici, c'est le génome entier de « Denisova 11 » qui est séquencé. Le génome nucléaire montre qu'il s'agit d'une denisovienne, dont l'ancienneté est estimée par des méthodes génétiques à 90 000 ans environ. Comme ses mitochondries sont néandertaliennes, et que les mitochondries sont exclusivement d'héritage maternel, il s'agit là, en fait, d'une femelle hybride. Cette hybridité est lisible dans le génome nucléaire, pour lequel environ 40 % des fragments génomiques de Denisova 11 ont des gènes similaires à leurs homologues de génomes denisoviens déjà connus, et environ 40 % des fragments génomiques ont des gènes similaires à leurs homologues de génomes néandertaliens déjà connus.

“ Certaines populations humaines, et notamment celles de Mélanésie, conservent encore des traces génétiques significatives des denisoviens et des néandertaliens.”

« Denisova 11 » est donc issue d'une mère néandertalienne et d'un père denisovien, lequel manifeste d'ailleurs dans ses propres traces génomiques de très anciennes origines néandertaliennes, et qui remontent donc à plus de 390 000 ans. Il appartient en outre à une population connue pour avoir laissé des descendants dans cette grotte de Denisova. La population de la mère, quant à elle, est davantage apparentée à une population néandertalienne signalée en Europe dans des époques ultérieures qu'à des populations néandertaliennes d'âge antérieur de cette même grotte. Cela permet d'inférer que des migrations néandertaliennes de l'Est de l'Eurasie vers l'Europe se sont produites après – 120 000 ans, date des dernières connues.

Les « denisoviens » sont groupe-frère des néandertaliens, et l'ensemble est notre groupe-frère, cependant les articles de ces dernières années ont montré des hybridations ponctuelles entre populations humaines dites de « Denisova », « Neandertal » et *Homo sapiens sapiens*. Certaines populations humaines, et notamment celles de Mélanésie, conservent encore des traces génétiques significatives des denisoviens et des néandertaliens.

Les densités humaines étaient faibles en Eurasie autour de – 90 000 ans, mais lorsque les populations se rencontraient, elles procréaient et produisaient une descendance fertile. En toute rigueur, tout ce beau monde devrait être regroupé dans la même espèce, avec des appellations qui auraient, tout au mieux, le statut de sous-espèce. □

Les densités humaines étaient faibles en Eurasie autour de – 90 000 ans, mais lorsque les populations se rencontraient, elles procréaient et produisaient une descendance fertile. En toute rigueur, tout ce beau monde devrait être regroupé dans la même espèce, avec des appellations qui auraient, tout au mieux, le statut de sous-espèce. □

1 : Slon, V. et al. *Nature* 561 : 113-116 (6 septembre 2018).

2 : Galway-Witham J. & Stringer, C. *How did Homo sapiens evolve ?* *Science* 360 (6395) : 1296-1298 (22 juin 2018).

Ces trucs qui ne servent à rien...

Toi, humain, tu te regardes comme la quintessence de la perfection. Mais l'histoire naturelle va dénicher dans ton corps tout un tas de trucs qui ne te servent plus à rien.

Parmi nos féeries anatomiques, il y a des reliques... un peu comme la décharge de l'évolution... Prenons par exemple, sur la tempe, ces trois muscles du pavillon de l'oreille. Le muscle antérieur, le postérieur et le supérieur. Ils n'ont plus aucun rôle, car nous ne remuons plus les oreilles. La plupart d'entre nous n'actionnent jamais ces muscles. Certaines personnes ont cependant conservé la capacité à faire bouger le pavillon de l'oreille... Mais si peu, si discrètement qu'on n'est plus dans un signal envoyé aux autres, ni dans l'efficacité de la détection du son, mais dans le registre du résiduel. Nos ancêtres mammaliens lointains les bougeaient, eux, les oreilles.

Et que dire de cet organe voméro-nasal ? Il s'agit d'une membrane dans la cavité nasale non sensible aux odeurs, qui n'a pas de fonction reconnue. Nous reniflons avec un épithélium olfactif situé ailleurs dans cette cavité. Ancestralement, cet organe était impliqué dans la détection des phéromones chez les mammifères et dans la détection des odeurs chez les amniotes. La vedette de l'inutile, c'est notre queue embryonnaire. Chez l'embryon humain, à la sixième semaine de développement, la queue est longue et représente 9 vertèbres caudales, soit un sixième de la longueur totale du corps. À partir de la 8^e semaine la queue est résorbée et les cinq vertèbres restantes fusionnent en un coccyx, dont le rôle devient statique. Il est un point d'attache médian à plusieurs muscles. On ne voit pas pourquoi il faudrait construire pour détruire après : on a là le témoignage de nos ancêtres à queue, dont on commence à emprunter la route dans notre propre développement, jusqu'à ce que les routes divergent et que nous réorientons la trajectoire.

Il y a aussi ce réflexe de préhension du nouveau-né... Lorsqu'on glisse un doigt dans sa paume, le nouveau-né humain saisit immédiatement le doigt et le serre très fort. Outre l'attachement que cette disposition peut susciter chez les parents, ce réflexe provient d'une caractéristique ancienne des primates. Les primates ne portent pas leurs petits dans leurs bras. Les juvéniles s'accrochent au pelage maternel, soit sur le ventre, soit sur le dos. Nous avons perdu le pelage dense de nos ancêtres, mais le réflexe de préhension est toujours là, bien que ne servant plus à rien. Il en va de même pour la « chair de poule ». Chez les oiseaux et chez les mammifères, vertébrés qui fabriquent leur propre chaleur, le froid suscite le redressement des phanères (poils ou plumes), ce qui a pour effet d'emprisonner de l'air entre la surface des phanères et la peau. L'air est un excellent isolant thermique. Ainsi ces animaux limitent-ils la perte de chaleur. Nous avons conservé le muscle érecteur du poil, même



si nous avons un pelage extrêmement clairsemé, comparativement à nos ancêtres. Lorsque nous avons froid nos poils se redressent, ce qui produit à la surface de la peau de petites bosses nommées « chair de poule ». Bref, notre pelage s'est clairsemé, mais nous avons gardé des réflexes d'une époque où il était dense. Au cours de l'évolution, les organes ne se « concertent » pas pour changer.

Mais si on y regarde de près, ces choses inutiles sont plus fréquentes qu'on ne le croit. Le téton masculin ne sert à rien au mâle. Il résulte d'une contrainte de construction chez l'organisme mâle (sa disparition est en revanche contre-sélectionnée chez la femelle). Autrement dit, on pourrait procéder à l'ablation du téton chez les garçons, cela ne les empêcherait pas de se reproduire. Cela ne ferait pas disparaître l'espèce. Par ailleurs, l'espèce humaine est la seule à présenter un menton proéminent. Voulant absolument à ce que tout organe ait une fonction, on a voulu faire de ce menton proéminent un caractère sexuel secondaire, apanage des mâles. Mais force est de constater que les femelles l'ont aussi. Les primates fossiles ont un menton fuyant. Ce menton n'est peut-être pas adaptatif, mais le résultat fortuit d'une contrainte de construction. Le développement de la mâchoire se fait en fonction de deux champs de croissance, le champ alvéolaire (celui des dents) et le champ mandibulaire. Compte tenu du fait que *Homo sapiens sapiens* présente un volume dentaire inférieur à celui des autres hominins fossiles, sans doute lié à la maîtrise du feu et donc à la texture moins coriace de ses aliments d'origine végétale ou animale, le champ alvéolaire de croissance de la mandibule mobilise moins de tissus et en laisse davantage au bénéfice du champ mandibulaire.

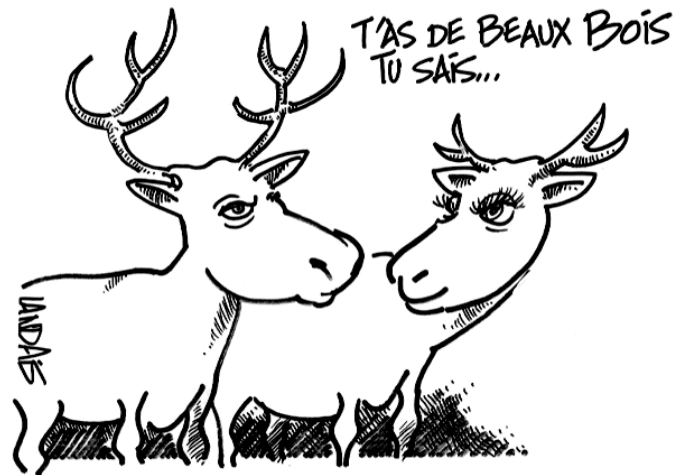
En somme, nous ne sommes pas si bien fichus que cela. □

D'où vient le visage « viril » ?

Pour attirer les filles, faut « faire viril ». D'ailleurs, Rahan a un visage viril. Une face plus allongée (c'est-à-dire moins arrondie), un menton plus long, une mandibule plus large, une lèvre supérieure plus haute, des arcades zygomatiques et sourcilières plus prononcées seraient les signes de masculinité du visage. Des tests expérimentaux consistant à montrer divers visages masculins à des femmes et à recueillir leurs préférences montrent que ces traits correspondent à leurs choix.

Le dimorphisme sexuel - la différence de forme et de couleur entre les deux sexes d'une même espèce - s'explique par la sélection sexuelle, c'est-à-dire le choix opéré par un sexe sur l'autre pour l'accouplement. Les mâles des mammifères et des oiseaux développent des ornements, qui se stabilisent peu à peu au cours des générations du fait que les mâles sont en compétition pour remporter le choix des femelles. Sur le court terme, ces ornements se développent sous l'effet des hormones mâles (androgènes). Plus les androgènes sont sécrétés, plus ces ornements sont marqués. Mais les androgènes ont, en parallèle, des effets immunosuppresseurs. Ce qui fragilise les mâles vis-à-vis des infections. De là, deux cadres explicatifs : le premier part du principe que les mâles aux systèmes immunitaires les plus efficaces peuvent supporter une diminution de celui-ci, et de ce fait, ils peuvent soutenir de hauts taux d'androgènes et « se permettre » de développer des ornements alors plus marqués. Les bois des cerfs ont été bien étudiés de ce point de vue. Ces ornements deviennent ainsi un signe indirect fiable d'immunocompétence, et donc de bonne santé. On parle de « signal honnête ». L'autre cadre théorique¹ soutient que la sélection sexuelle peut très bien entraîner des effets latéraux de « bluff », ou de « sacrifice », où ce que les femelles choisissent sont des caractères sexuels secondaires, quel qu'en soit le coût caché, qu'il s'agisse de l'immunodépression d'un cerf aux bois puissants, ou la mort de deux cerfs parce que suite à leur lutte, ils n'ont pas pu démêler leurs bois enchevêtrés. En d'autres termes, tout aussi indirectement, la femelle choisit un mâle potentiellement capable de se sacrifier... pour elle et sa descendance. Dans les deux cas, le choix est qualifié d'« indirect » parce que les femelles ne savent évidemment pas pourquoi elles choisissent les mâles aux bois les plus développés, et connaissent encore moins l'état immunitaire de leurs prétendants. C'est qu'au cours de l'évolution, celles des femelles qui ont fait ces choix ont eu une meilleure descendance que les autres, et c'est par cette reproduction différentielle que l'état des mâles en est venu à se stabiliser ainsi.

Le premier des deux cadres interprétatifs est limité par le fait que l'intensité des caractères sexuels secondaires ne n'explique pas seulement par le taux d'androgènes, mais aussi par la taille. En effet, plus on est grand, et plus les traits physiques auraient tendance à tirer vers le masculin. D'aucun vous diront que les très grandes



femmes ont quelque chose de masculin... Vrai ou faux ? La masculinité du visage a été comparée à des « ornements » sexuels des hommes. Si les femmes de grande taille les acquièrent, cette idée tombe par terre. C'est pourquoi une étude récente² a tenté de détecter des corrélations possibles entre la masculinité du visage humain, la taille des individus, et l'immunocompétence à partir d'un échantillon de 1 233 humains des deux sexes d'origine européenne. La qualité de l'équipement immunitaire est estimée par des méthodes génétiques. La masculinité ou la féminité faciale sont estimés par des mesures précises issues d'images 3D des visages testés. Le résultat est que la qualité de l'équipement immunitaire n'est nullement corrélée à la masculinité du visage. Chez les humains, la masculinité faciale ne reflète pas l'immunocompétence. En revanche, les mesures de masculinité faciale sont bien corrélées à la taille de l'adulte, qu'il s'agisse de l'homme ou de la femme, et s'échelonnent pareillement selon la croissance dans les deux sexes. Comme les hommes ont tendance à atteindre de plus grandes tailles, leur visage s'en trouve en moyenne davantage masculinisé. Ce qui suggère que ce qu'on appelle « masculinité faciale » n'est pas un ornement acquis par sélection sexuelle (ou pas seulement). Car s'il s'était agi d'un tel ornement, la masculinité du visage aurait davantage augmenté avec la taille chez les hommes que chez les femmes. Or, ce n'est pas le cas. **Les femmes préfèrent peut-être les visages virils, mais cette préférence n'est pas à l'origine de ceux-ci. Peut-être qu'elles préfèrent simplement des hommes grands... mais cela, c'est encore une hypothèse à tester.** □

¹ : Patrick Tort (2018). Théorie du Sacrifice. Sélection sexuelle et naissance de la morale. Belin.

² : Zaidi, A.A. et al. PNAS 116 (5) : 1633-1638 (29 janvier 2019).

Népotisme et révolution : l'avantage d'être fayot



Dans plusieurs sociétés animales inégalitaires (humains compris), les hiérarchies sociales se maintiennent et conditionnent l'accès qu'ont les individus aux ressources, et à terme le nombre de leurs descendants. Ces hiérarchies sociales sont établies et maintenues par des attributs, signaux, symboles, voire combats où l'aptitude physique est reflétée, symbolisée, ou bien effectivement mise à l'épreuve. Cependant, il existe des sociétés où ces hiérarchies sont conventionnellement maintenues par héritage népotique où le(s) dominant(s) favorise(nt) l'accès aux ressources à leurs affiliés ou à leurs alliés. Dans ces cas de figure, ce sont les relations sociales (certains diraient la magouille), et non la force physique, qui conditionnent en fin de compte le nombre de descendants. Autant dire que cela devient important du point de vue de la composition d'un lignage généalogique et donc de l'évolution de l'espèce concernée.

Ceci a été décrit chez les babouins, macaques et singes vervet, et chez les hyènes tachetées (*Crocuta crocuta*), où la femelle la plus agressive transmet son rang social à ses filles, domine les autres, et donne prioritairement accès à la nourriture à sa propre descendance (les mâles sont exclus de l'héritabilité du rang social). Oui mais voilà, il existe parfois de petites entorses à ces règles, voire même de petites révolutions. Peu d'études ont été consacrées aux changements de rang, voire de changements de groupes dominants dans les sociétés népotiques. Si les relations sociales déterminent le nombre de descendants indépendamment de l'aptitude physique sur un trop long terme, qu'est-ce qui empêche des individus dominés mais physiquement bien pourvus d'ignorer la convention sociale et de la défier ?

Une étude qui vient d'être publiée¹ a suivi au Kenya, 27 années durant, 5 générations de hyènes tachetées. Cette espèce grégaire vit en clans nombreux et caractérisés en leur sein par une hiérarchie népotique strictement matrilineaire stable et très entretenue, ce qui fait de cette espèce un bon modèle d'étude des processus de changements de rangs : en gros, comment les révolutions s'opèrent. Chez ces hyènes la règle est la suivante : le rang hiérarchique affecte fortement le succès reproducteur, notamment par un ordre rigide d'accès à la nourriture. Les femelles juvéniles acquièrent un rang social immédiatement en dessous de celui de leur mère, et sont au dessus de leurs sœurs plus âgées (phénomène nommé « ascendance du plus jeune »). Cette hiérarchie s'exprime au sein d'une coalition d'affiliés - où la mère régule parfois les relations agressives en remettant chacun à sa place -, coalitions qui peuvent incorporer parfois des non affiliés.

Dans la population kenyane étudiée, il existait au départ de l'étude de multiples lignages maternels, mais après

27 années il ne restait plus que les quatre lignages du plus haut rang, tandis que la démographie globale du clan doublait. Le lignage le plus élevé comprenait 2 femelles en 1988 et 21 femelles en 2014, soit une augmentation d'un facteur dix. Le lignage de second rang augmentait son nombre de femelles d'un facteur 9, tandis que les lignages de rangs 3 et 4 d'un facteur 2 seulement. Les chercheurs ont observé 12 500 interactions agressives chez 249 femelles. Globalement, l'ordre règne : 78 % des individus acquièrent leur rang social selon les règles connues d'héritage matrilineaire et d'ordre d'arrivée dans la fratrie, lequel reste stable dans le temps. Mais les chercheurs ont trouvé aussi que 43 % des femelles ont fait l'expérience d'au moins un changement de rang au cours de leur vie et que 14 % des assignations annuelles de rangs se sont produites par changement de rang. 24 % des agressions ont bénéficié du soutien d'une coalition. L'étude montre que les hyènes qui forment des coalitions avec des individus de rang social supérieur favorisent leurs chances d'améliorer leur position dans la hiérarchie. Les fayots ont donc de l'avenir. Les alliances sociales favorisent les changements de rang, et les femelles n'ont quasiment aucune chance d'améliorer seules leur rang. En mesurant le succès reproducteur des individus sur leur vie entière, l'étude montre que ces changements ont des répercussions majeures sur le devenir généalogique des individus.

De plus, ces conséquences sont amplifiées au cours des générations, car des petites différences de statut social cumulent leurs effets sur le succès reproducteur des individus à travers les générations. □

¹ Strauss, E. & Holekamp, K.E. PNAS 116 (18) : 8919-8924 (30 avril 2019).

Il ne lui manque que la parole !

Votre chien communique tellement bien avec vous qu'il vous semble intelligent. Il l'est, bien entendu, à sa manière. Il sait très bien obtenir quelque chose de vous. Avez-vous vu votre chien vous faire des yeux implorants ? Irrésistible, non ? Si l'expression « avoir des yeux de chien battu » existe, c'est bien qu'on a détecté cette façon particulière que les chiens en demande ou en détresse ont de vous regarder. Cette capacité a une base anatomique, bien entendu. Mais ce qui est intéressant, c'est que les loups, ancêtres des chiens, ne l'ont pas. C'est ce que révèle un article (1) qui a comparé les muscles faciaux et les comportements des loups (*Canis lupus*) et des chiens domestiques (*Canis familiaris*).

Les dissections faciales de quatre loups et de six chiens ne révèlent aucune différence notable dans l'anatomie musculaire sauf à un endroit : autour de l'œil. Il existe là deux muscles larges chez le chien domestique mais pas chez le loup. Les chiens présentent au bord supérieur de l'œil, côté médian, un muscle tout à fait fonctionnel, le *levator anguli oculi medialis*, (les noms des muscles sont en latin, s'il vous plaît, comme les noms des espèces), tandis qu'à cet endroit correspond chez le loup un mince faisceau entouré de tissu connectif, parfois un tendon. Le loup ne peut donc pas lever la partie supérieure interne de la périphérie de l'œil, ce qui correspondrait chez nous à un sourcil. Le second muscle, situé plus latéralement, le *retractor anguli oculi lateralis* est en revanche très variable en taille chez le loup, alors qu'il est constamment développé chez tous les chiens échantillonnés à l'exception du Husky. Ce dernier est d'ailleurs « le moins chien des chiens », c'est-à-dire la race de chien qui a le plus gardé du loup, si l'on peut dire. Ces deux muscles contractés procurent à l'œil une expression que les humains associent à des « yeux tristes », ou « implorants », et qu'ils interprètent comme une demande de nourriture, voire selon les circonstances à un signe de détresse.

Des statistiques comportementales sont la deuxième facette expérimentale de cet article. Les mouvements faciaux de 9 loups et de 27 chiens ont été enregistrés lors de leurs interactions avec des humains. Statistiquement, les chiens se servent beaucoup plus de leurs deux muscles, en fréquence et en intensité. Plus précisément, les mouvements de faible intensité sont à fréquence égale chez les loups et les chiens (rappelons que les loups peuvent tout de même contracter le muscle latéral), par contre les mouvements de forte intensité ne sont fréquents que chez les chiens, et les mouvements de très forte intensité sont présents *exclusivement* chez les chiens.

Dans son principe, la sélection artificielle consiste à choisir des traits chez des animaux ou des végétaux d'intérêt, et à favoriser la reproduction des porteurs de ces traits, tout en les faisant se reproduire entre eux. Ce faisant, il arrive qu'on emmène avec d'autres traits qu'on ne recherchait pas au départ. Mais surtout, il existe des



cas de sélection inconsciente, qui dans ce cas se retrouve être une forme de sélection naturelle.

L'article interprète les capacités expressives des chiens et l'anatomie qui les accompagne comme un effet de bord de la sélection artificielle des chiens lors de leur domestication. Les chasseurs-cueilleurs et les loups étaient de grands chasseurs sociaux en compétition. Les humains ont probablement intégré à leurs groupes des loups solitaires déçus qui devaient suivre les humains et se nourrir de leurs reliefs de chasse. Lors des 33 000 ans qu'ont duré le processus de domestication, les humains ont sélectionné sans le vouloir un type d'interaction qui suscite chez l'humain une réaction de nourrissage, voire d'attachement. D'abord chez les loups qui produisent au départ une expression de faible intensité. Les humains se seraient davantage occupés, ou auraient pris sous leur aile, ou nourri ceux des chiens qui, fortuitement, produisaient le mieux ce type d'expression faciale, et ces chiens se seraient donc mieux reproduits, et transmis cette caractéristique anatomique et comportementale à leur descendance. Qui plus est, entre eux puisque cette reproduction se produisait probablement dans un contexte de vie communautaire avec des humains, évitant ainsi la dilution de ce trait dans une population plus grande, et donc le renforçant.

En domestiquant les chiens, les humains ont sélectionné sans le savoir deux muscles oculaires qui rendent les « yeux tristes ». □

1 : Kaminski, J. et al. PNAS 116 (29) : 14677-14681 (16 juillet 2019)

Hécatombe à notre porte

En 2017, une étude allemande réalisée dans 63 réserves naturelles avait montré qu'en 27 ans, 75 % de la masse des insectes volants avaient disparu. Les Allemands comprenaient pourquoi ils ne voyaient plus d'insectes écrasés sur le pare-brise de leur voiture après un voyage sur autoroute. Cette chute ne pouvait pas être due à des modifications naturelles ou artificielles des habitats, puisqu'il s'agissait de réserves. On a suspecté, bien évidemment, les insecticides dont la dissémination dépasse largement les espaces cultivés.

Une nouvelle étude réalisée en Allemagne¹ tente de cerner la chute des arthropodes terrestres (insectes, araignées, mille-pattes) le long d'un gradient d'intensité de l'usage des terres. L'intensification de cet usage se traduit en milieux ouverts par l'emploi d'insecticides, le retournement des sols, par le changement des communautés végétales via l'utilisation d'herbicides ou au contraire d'agents fertilisants. En forêt, l'intensité des usages passe par le changement des essences d'arbres et de la structure de la forêt, voire également par la propagation involontaire de pesticides à partir d'une source voisine. Cette étude part d'inventaires standardisés effectués le long de séries temporelles comprises entre 2008 et 2017, sur trois régions distinctes d'Allemagne. Les données d'observation de plus d'un million d'arthropodes appartenant à 2 700 espèces sont ainsi collectées dans 150 prairies et 140 forêts de situations variables au regard du gradient d'intensité d'usage. Le premier résultat est que la diversité spécifique (le nombre d'espèces présentes) baisse sur toute la durée, que ce soit en forêt ou en prairie, dans les trois régions. Dans les prairies, la biomasse (la masse des arthropodes, quelle que soit l'espèce) est en déclin global de 67 %, l'abondance (le nombre d'individus) de 78 %, et la richesse spécifique de 34 %. Ce déclin global touche tous les niveaux du réseau alimentaire. Les sites de prairies entourés de vastes aires agricoles manifestent un déclin temporel plus prononcé. Dans les 30 forêts dont l'inventaire a eu lieu sur la totalité de la série temporelle, la biomasse décroît de 41 % et la richesse en espèces de 36 %, tandis que l'abondance se maintient. L'étude conclut que le déclin des arthropodes est dû à des déterminants de grande échelle spatiale, et met en évidence, pour ce qui concerne les prairies, le rôle



des aires cultivées.

Celles-ci avaient déjà été identifiées comme facteur du déclin des oiseaux. Une baisse vertigineuse des populations d'oiseaux dans les campagnes françaises, détectée en 2014, s'est vue confirmée en 2018 par les résultats du programme STOC du Muséum national d'Histoire naturelle : un tiers des oiseaux en nombre d'individus (abondance) a disparu en quinze ans. Ce sont les espèces spécialistes des campagnes cultivées qui sont davantage touchées, comme l'alouette des champs, la fauvette grise, le bruant ortolan, la perdrix, et celles qui sont absolument dépendantes de certains insectes, comme le

coucou. Les pratiques agricoles se sont intensifiées ces 25 dernières années, avec la fin des jachères, et la généralisation des néonicotinoïdes, insecticides et neurotoxiques très persistants. Mais nous ne sommes pas seuls : des programmes similaires suédois avaient enregistré des chutes de populations depuis les années 1970. Et une étude américaine²

vient de montrer le déclin démographique des populations d'oiseaux en Amérique du Nord sur 48 ans de suivi. Ce déclin est estimé à une perte nette de trois milliards d'oiseaux en 48 ans, soit 29 % de l'abondance mesurée en 1970. Il touche tous les paysages, mais il est plus marqué pour les oiseaux de prairie, forêts boréales, forêts de l'Ouest, et moins marqué pour les zones humides. Les trois quarts des 3,2 milliards de pertes d'individus concernent les moineaux (passeridés et passerellidés), les parulines, les merles. Les 250 millions de gains d'individus concernent les viréos, les canards et les oies, les oiseaux de proie, les dindes et les dindons. L'article fait le parallèle, bien évidemment, avec la chute démographique des insectes et le rôle des pesticides.

Les néonicotinoïdes s'accumulent dans les écosystèmes sans être dégradés. Une étude japonaise³ vient de montrer les dégâts qu'ils produisent dans les eaux douces, où les populations de zooplancton du lac chutent (- 83 % en biomasse printanière) avec l'utilisation environnante de ces substances. Ce qui fait chuter, à leur tour, les populations d'éperlans et d'anguilles qui se nourrissent de ce plancton. Les insecticides n'ont pas des effets indirects que sur les oiseaux : dans les eaux douces aussi. □

1 : Seibold, S. et al. Nature 574 : 671-674 (31 octobre 2019).

2 : Rosenberg, K.V. et al. Science 366 : 120-124 (4 octobre 2019).

3 : Yamamuro et al. Science 366 : 620-623 (1^{er} novembre 2019).

Longue vie aux femelles.

Rahan est triste. Il a perdu son papa, André Chéret, décédé le 5 mars 2020 à l'âge de 82 ans. C'est que chez

Les femelles ont la peau dure. En tout cas, c'est attesté depuis longtemps chez les humains : la longévité des femmes reste supérieure à celle des hommes quel que soient le continent, la culture ou l'époque, et ceci même en situations de fortes mortalités (épidémies, famines, esclavage, voir Zarulli, V. et al. PNAS 115 (5) : E832-E840 (30 janvier 2018), *Chronique de Rahan* n°68). Ces données vont dans le sens d'une origine biologique de cette différence de capacité de survie, autrement dit elles assignent un poids aux facteurs biologiques plus important qu'aux facteurs sociaux. Certes, les facteurs sociologiques expliquant la plus forte mortalité masculine d'aujourd'hui (comportements à risques, prise de substances psychotropes comme le tabac et l'alcool...) ne sont pas récusés, simplement ils se superposent à un fonds biologique en faveur de la longévité des femmes. Chez elles, les hormones estrogènes ont notamment des effets immunostimulants, vaso-protecteurs et anti-inflammatoires. Fait intéressant, une longévité accrue des femelles est observée chez presque tous les primates chez lesquels les données sont suffisantes, qu'ils soient sauvages ou en captivité.

Il y a du nouveau dans cette affaire. Un article (1) prolonge l'investigation en examinant les longévités mâle et femelle à partir de données démographiques compilées pour 134 populations de 101 espèces de mammifères. Il apparaît globalement que la longévité médiane des femelles, toutes espèces confondues, est de 18,6 % supérieure à celle des mâles de leur propre espèce. Pour comparaison cette différence en faveur des femelles n'est que de 7,8 % au sein de notre propre espèce. La longévité supérieure des femelles dépasse donc largement le cadre des primates pour s'appliquer aux mammifères, en général et en moyenne. Autre constat, on ne trouve pas de différences entre les sexes concernant la vitesse de vieillissement. Les mâles ne meurent donc pas plus tôt parce qu'ils vieilliraient plus vite. Par ailleurs, les deux paramètres que nous venons d'évoquer, à savoir la différence entre médianes de la longévité mâle et femelle d'une part, et le taux de vieillissement d'autre part, sont très variables entre les différentes espèces considérées. Enfin, l'ampleur de la différence de longévité entre sexes n'est pas liée à celle des différences entre sexes dans la façon de vivre (ce qu'on appelle les traits d'histoire de vie), contrairement à ce que l'on supposait. Elle est plutôt liée, selon l'article, aux conditions environnementales locales et au coût global de la sélection sexuelle. En effet, les mâles meurent beaucoup plus des effets de la sélection sexuelle que les femelles, puisque chez la quasi-totalité des espèces mammaliennes, ce sont elles qui

choisissent, ce qui pousse les mâles à des dépenses d'énergie et des prises de risques considérables pour se faire élire. Pire, il arrive chez beaucoup d'espèces que les mâles se battent pour gagner la première place d'un harem, ce qui conduit à une certaine usure (sélection intra-sexuelle), si ce n'est à des morts.



En examinant les données espèce par espèce, il existe un petit nombre d'entre elles chez lesquelles la longévité est supérieure pour les mâles (hérisson, chauve-souris du genre *Myotis*, lycaon, mangouste, équidés, marsouin de Dall, buffle, propitèque de Verreaux, microcèbe, lapin) et quelques espèces chez lesquelles la différence est minime ou nulle (chimpanzés, écureuil, phoques). La longévité mâle est particulièrement réduite par rapport à celle des femelles chez les otaries et éléphants de mer, les lions, les éléphants, les orques et les globicéphales, la plupart des cervidés et des bovidés, la plupart des rongeurs, la plupart des primates simii-formes (singes vrais), à l'exception du mandrill et des chimpanzés. Ces groupes ou espèces sont ceux où les effets de la sélection sexuelle sont les plus manifestes. Fait intéressant, on se souvient que, selon une définition objective de la violence en tant qu'interaction entre congénères conduisant à la mort d'au moins un individu, les groupes de mammifères les plus violents étaient précisément les rongeurs, les primates et les carnivores, et dans une moindre mesure les éléphants et quelques artiodactyles (Gomez J.M. et al. Nature 538, pp. 233-237 (13 octobre 2016), *Chronique de Rahan* n°63).

Après tout, si les femelles vivent plus longtemps, ce n'est pas seulement qu'elles ont pour elles les oestrogènes : c'est aussi que les mâles sont loin de se tenir tranquilles... ▢

¹ Lemaître, J.F. et al. PNAS 117 (15) : 8546-8553 (14 avril 2020)

Sors du dauphin, Satan !

Moi, Rahan, au cours de mes nombreuses aventures j'ai croisé de multiples fois le dauphin : je l'ai même chevauché !

Quel animal marin peut-il se targuer d'une image aussi positive que le grand dauphin, de son nom scientifique *Tursiops truncatus* ? Sociable, intelligent, sensible, enjoué, le grand dauphin n'est pas un poisson, mais un mammifère marin, un cétacé vivant en petites groupes de deux à six, parfois vingt individus. Son image dans le public est très positive, notamment à la télévision avec la série *Flipper le dauphin* à partir de 1964, ou bien les épisodes du dessin animé *Oum le dauphin blanc* en 1971, ou encore au cinéma avec *Le grand bleu* en 1988. On trouvait déjà des dauphins sur les bijoux, les vases, les monnaies durant toute l'Antiquité. On leur prêtait la faculté de guider les bateaux égarés dans la tempête ou celle de porter secours aux naufragés. Aristote lui consacre plusieurs pages de son *Histoire des animaux*.

Mais entre l'Antiquité et la Seconde Guerre mondiale, les dauphins n'ont pas toujours bénéficié d'autant de sympathie. Sous la double influence de la chrétienté et des intérêts économiques des populations de pêcheurs, ils furent souvent détestés. Dans l'iconographie du Moyen Âge, ils sont représentés à mi-chemin entre le poisson et le monstre marin. Les dauphins

sont considérés comme maléfiques. En 1596, une troupe de dauphins s'installa dans le port de Marseille, commettant de nombreux dégâts, notamment aux filets de chanvre. On alerta le cardinal légat d'Avignon, qui portait d'ailleurs le nom d'Acquaviva, cela ne s'invente pas. Celui-ci délégua l'évêque de Cavaillon, qui vint sur une embarcation à la rencontre des dauphins pour les exorciser, leur ordonnant de ne pas rester sur place. L'histoire dit que les cétacés "*se le tinrent pour dit et ne reparurent plus*". En 1612 le pape Paul V émet une autorisation pour exorciser des dauphins qui continuent de décimer les bancs de poissons à Marseille. Plus tard au XVIII^e siècle, les communautés de patrons pêcheurs marseillais préconisent la chasse aux cétacés dans leurs règlements, tout en demandant aux autorités religieuses de poursuivre les exorcismes. L'évêque de Marseille monseigneur de Belsunce organisera encore au moins deux cérémonies d'exorcisme dans le golfe marseillais, en 1728 et 1751. Les autorités ecclésiastiques subissent ainsi des pressions croissantes pour multiplier exorcismes et excommunications à l'encontre d'animaux variés

commettant des ravages, tels des insectes, rongeurs, et surtout des dauphins... Car le public confond les deux procédures. L'exorcisme chasse les démons d'un corps possédé alors que l'excommunication retranche un fidèle de la communion de l'Église. L'exorcisme est une procédure civile assez modérée, qui aboutissait à un partage de territoires. Elle était sans doute perçue comme trop clémente, et l'excommunication une punition plus sévère.

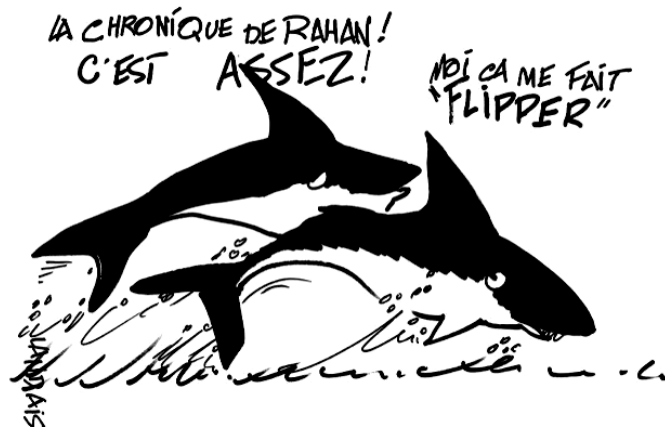
Cependant, selon Jacques Éveillon, chanoine d'Angers en 1651, l'excommunication ne peut concerner que des hommes baptisés car les animaux « *n'ont ni raison, ni jugement, ni volonté et par conséquent ne sont capables de faire bien ou mal (...), ni de s'amender ou de reconnaître leur faute. Ils ne peuvent donc en aucune façon être excommuniés* ». Suite à quoi

résonne encore le ricanement de Voltaire dans son *Dictionnaire philosophique* (1764) : « *Et des excommunications, en userez-vous ? Non, il y a des rituels où l'on excommunie les sauterelles, les sorcières et les comédiens. Je n'interdirai point l'entrée de l'église aux sauterelles, attendu qu'elles n'y vont jamais* ».

Sous la III^e République, les dauphins sont encore considérés

comme nuisibles... aux intérêts des prud'homies de pêcheurs qui obtiennent le soutien de l'État, lequel instaure des primes d'abattage par tête. Jusqu'à l'entre-deux-guerres, on massacre donc les dauphins, - en 1873 par exemple, toute la population marseillaise participe au massacre - jusqu'à inventer en 1894 des sardines piégées d'aiguilles perforatrices d'intestin afin de procéder à l'éradication du « nuisible ». Comme les dauphins se méfient des poissons morts, le procédé n'aura que peu d'effet.

Aujourd'hui encore, les grands dauphins sont tués par les pêcheurs norvégiens ou japonais, cette fois pour la consommation de leur viande, ou la vente de jeunes à des delphinariums. Ces derniers sont aujourd'hui vivement critiqués en raison de la place insuffisante dont disposent les cétacés et leur reproduction forcée. Plusieurs pays européens les ont déjà interdits. □



Rahan, mytho !

T'as jamais vu de stégosaure !

Le samedi midi, je sortais de ma classe de CM1, et pour rentrer chez moi je passais devant le bar-tabac-journaux du village. J'achetais avec mes 3 francs cinquante le *Pif-Gadget* que j'attendais toute la semaine. Le déjeuner familial passé, je montais dans ma chambre et me plongeais solennellement dans le nouveau *Pif*. Plus rien au monde n'existait. Je passais la moitié de mon après-midi à dévorer le journal et à construire son gadget. C'est dans ces moments intenses que j'ai découvert Rahan.

Pour avoir lu occasionnellement *Spirou* et *Mickey*, on peut clairement dire que *Pif-Gadget* était le journal qui rendait les enfants moins cons. Il y avait un gadget à construire. Les histoires mettaient en jeu des valeurs. Ça ressemblait à des aventures inventées pour des adultes. Avec les autres journaux, je me faisais chier (surtout *le Journal de Mickey*, que je trouvais débile et ennuyeux). Plus tard, heureusement, j'ai retrouvé pour mes propres filles des auteurs audacieux et marrants qui s'adressaient à l'intelligence de ses lecteurs, tel *Capsule Cosmique*, surtout à travers le travail remarquable de Lisa Mandel. Je me suis dit que si la connerie perdure, l'intelligence aussi. Quand j'ai eu dix ans, ma grand-mère m'acheta les premiers numéros de la série de recueils des aventures de Rahan en couleurs et couverture cartonnée. Peu de cadeaux m'ont fait autant plaisir.

Qui dit Rahan dit paléontologie. Il traversait des contrées habitées par des humains dessinés par André Chéret comme des *Homo erectus*, avec des bourrelets sus-orbitaires gros comme des valises et des sourcils à la Brejnev. Je me passionnais déjà pour la paléontologie bien avant d'avoir rencontré Rahan. D'où mon agacement lorsque Chéret et Lécureux mettaient Rahan aux prises avec un stégosaure ou un tarbosau. Je savais que Rahan ne les aurait jamais rencontrés. Cette distorsion des données scientifiques dans une histoire où Rahan manifestait un esprit rationnel m'apparaissait comme une sorte de trahison mercantile. C'était ça aussi, finalement, devenir adulte. Prendre conscience que ce qui est fascinant n'est pourtant pas parfait. Pour vendre du *Rahan*, fallait mettre du dinosaure dedans. Parce qu'ils sont célèbres.

Parce que la plupart des gamin·e·s aiment les histoires, et accessoirement la paléontologie, pour les grosses bêtes qu'elle reconstitue.

Nous les professionnels de l'Histoire naturelle, nous sommes habitués à devoir nous méfier de ceux qui veulent faire une thèse en paléontologie parce qu'ils veulent frissonner auprès du tyrannosaure de *Jurassic Park*. Pour tester leur engouement, proposons-leur une thèse sur les ostracodes de l'Ordovicien : la forme des ostracodes est à peu près aussi intéressante que leur conversation.

Car l'éthologie, la zoologie, la paléontologie sont des sciences, et leurs apprentis doivent d'abord avoir une appétence pour les explications scientifiques du monde réel. On peut venir à la paléontologie (1) parce que les êtres vivants disparus nous fascinent (Ah ! les ptérosaures !), nous font rêver (Ah ! les sauroptérygiens !), ou flattent notre senti-

ment esthétique (Ah, les radiolaires !). Ou bien (2) parce qu'elle est une science qui, pour une large part, s'occupe d'un monde sans humains, ce qui permet d'échapper aux cons. Ou encore (3) parce qu'elle explique scientifiquement l'Histoire du monde vivant, la nôtre incluse. Ces trois raisons de se lancer en paléontologie ne s'excluent d'ailleurs pas nécessairement. Enfant et adolescent, j'ai ressenti les trois à la fois. Mais parmi elles, la dernière n'est pas négociable. Quand on entre en science, il faut aimer exercer son esprit à sa démarche et à son exigence collectivement instituée. Sans science, ceux qui se restreignent aux deux premières des trois impulsions précitées peuvent faire du cinéma, de l'art ou devenir collectionneurs de fossiles, sans péjoration de ma part. J'aimais la paléontologie d'abord parce qu'elle participe d'une explication scientifique de l'Histoire de la vie et de la Terre... que les auteurs de *Rahan* ne respectaient pas.

Mais bon, il y restait les valeurs rationnelles et fraternelles de Rahan qui finissaient par foutre par terre les supercheries des sorciers, et les grosses bêtes intéressantes, quand même ! ☐



Confusion entre liberté d'expression et légitimité

Moi, Rahan, je t'apprends comment fabriquer un couteau d'ivoire, et toi tu m'apprends à chasser les antilopes.

Le modèle traditionnel de diffusion des savoirs a été partiellement initié par l'idée généreuse selon laquelle une démocratie n'est possible que si une instance (élue) est garante de la qualité du bien public. Ainsi les États démocratiques payent-ils des chercheurs pour garantir la fiabilité des contenus de connaissances, et des enseignants pour en assurer une transmission fidèle et adaptée.

Le monopole de l'État français sur la collation des grades est une forme de redistribution de la richesse : le diplôme indique en principe à qui se fier. C'est l'un des vecteurs de la confiance sans laquelle nous ne pourrions pas faire société commune. Comme je n'y connais rien en physique des particules, j'ai besoin qu'on me garantisse les diplômes d'un expert, de cet expert, pour savoir si je peux lui faire confiance... parce qu'il est impossible de tout redémontrer tout le temps. Qui est ce « on » ? C'est l'État, en tant que garant du bien public, et non mon voisin de palier ni mon voisin de réseau sur la toile.

On voit partout surgir une opposition entre « sachants » et « non sachants », mise en scène pour la dénigrer soit parce qu'elle représenterait le pouvoir du « sachant », soit parce qu'elle humilierait le « non sachant ». Certains cadres de la fonction publique d'État sont même prêts à abandonner leur posture qu'ils identifient à celle du « sachant » et laisser la parole au « non sachant » au sujet de questions scientifiques dans des musées. Il convient de dénoncer cette opposition factice.

La garantie du bien public implique des positions asymétriques. Pourquoi asymétriques ? Un enseignant est payé pour dispenser un programme qui fait force de loi (et pas l'élève), et un chercheur est payé pour garantir la fiabilité des connaissances (et pas tel ou tel public faisant un autre métier. En conséquence, un savoir scientifique collectivement acquis ne peut pas être publiquement récusé au motif qu'il ne convient pas à l'opinion d'une personne, ou même à un groupe de personnes, même d'apparence rationnelle. Une égalité en dignité et en liberté d'expression n'implique nullement une égalité de légitimité. Un président de la République américain (fut-il Reagan) n'a aucune légitimité pour remettre en cause le fait scientifique de l'évolution biologique.

Cette asymétrie persistante n'est pas incompatible avec l'émergence de biens communs ou de savoirs organisés en réseaux : ils sont composés d'une mosaïque de légitimités, où certains acteurs de par leurs diplômes et leurs expériences propres sont plus légitimes sur un sujet ou un savoir-faire donné que les acteurs voisins, qui en retour sont plus légitimes sur d'autres sujets, au bénéfice de tous. Ne pas être aussi légitime en plomberie qu'un plombier ne me pose pas de problème de dignité. Tout comme mon voisin ne se sentira pas humilié de ne pas être légitime en reconstruction phylogénétique : il l'est en jardinage !

Les media ont longtemps joué sur cette pente glissante de la confusion des légitimités qui consiste à interroger un expert résolument à côté de ses compétences, parce que c'est vendu comme amusant. On va demander à tel astrophysicien son avis sur la mode ou le traitement fait aux animaux des abattoirs. Un prix Nobel scientifique est très spécialisé dans

son domaine, il n'a nulle légitimité ailleurs. Et les chercheurs scientifiques ne sont pas omniscients. Invités sur une estrade à parler au public, ils doivent parler de faits, de résultats fiables, et non prescrire

des solutions politiques et encore moins des options métaphysiques. La confusion s'est répandue sur la toile, où l'on réclame à partir de l'égale dignité, et au nom de la liberté d'expression, une égale légitimité, même si la compétence n'est pas au rendez-vous.

Lorsque le « non sachant » sent qu'il échoue, il se sent humilié, et passe à l'agression ou échafaude des complots.

Abandonnons cette opposition, et rappelons-nous que nous « savons » tous quelque chose, qu'il faut mobiliser au bon endroit et au bon moment pour le bénéfice de tous. □

“La confusion s'est répandue sur la toile, où l'on réclame à partir de l'égale dignité, et au nom de la liberté d'expression, une égale légitimité, même si la compétence n'est pas au rendez-vous.”

Mon truc en plume

Ah, les ptérosaures ! Fascinantes bestioles ! Symboles de la vie préhistorique, comme le ptérodactyle ou le ptéranodon ! Rahan en a côtoyé quelques-uns...

Certes, ils devaient avoir été sacrément retardataires, car en réalité, plus aucun ptérosaure n'a dépassé l'extinction de masse de la fin du Crétacé, voici 66 millions d'années de cela. Ce groupe de reptiles volants a une signature bien à lui : son aile. Tandis que les chauve-souris volent principalement avec leurs doigts, et que les oiseaux volent avec leur bras au bout duquel il reste trois doigts atrophiés, les ptérosaures volaient avec l'annulaire. Cette aile inédite était portée pour moitié par le bras, et pour l'autre moitié par le quatrième doigt hypertrophié. En prime, un os complètement original émanant du poignet, l'os ptéroïde, servait de support à cette partie de la membrane alaire qui s'étendait du bord antérieur de l'aile au cou de l'animal. Foisonnants depuis la base du Trias supérieur jusqu'à la fin du Crétacé, soit durant 164 millions d'années, on en trouve dans le registre fossile de toutes les tailles et de tous les milieux, depuis le petit chasseur d'insectes forestier *Anurognathus*, de 9 cm de long pour une envergure de 50 cm et une masse estimée à 40 grammes, jusqu'au géant des mers *Quetzalcoatlus* de 12 mètres d'envergure. Fascinants, vous dis-je !

Il ne s'agit clairement pas d'oiseaux. Leur squelette n'en montre aucun des traits distinctifs. Aussi, lorsqu'on découvrit des traces de sortes de poils à la surface de ces animaux, et ceci dès 1831 chez *Scaphognathus*, il ne pouvait s'agir ni de poils ni de plumes. Faute de nom approprié, on les appellera plus tard « pycnofibres ». On trouva celles-ci chez *Rhamphorhynchus*, *Anurognathus*, *Pterodactylus*, *Dorygnathus*. Dans les années 1970, on découvrit d'autres ptérosaures « velus » du Jurassique comme *Sordes*, *Jeholopterus*, *Pterorhynchus*, et *Gegepterus* du Crétacé. Tous ces fossiles nous amenèrent à un fait crucial : ces pycnofibres ont été identifiées comme ayant des traits communs avec les plumes. À leur base on identifia un manchon ressemblant fort au calamus des plumes. Ces structures présentaient en outre des mélanosomes contenant de la mélanine, et des structures

branchées.

En parallèle, chez les dinosaures, c'est-à-dire le groupe frère des ptérosaures, on découvrit de multiples formes non volantes portant des plumes piliformes, ou même du duvet. En 2012, on découvrit en Chine un proche cousin du tyrannosaure, *Yutyrannus huali*, d'une longueur respectable de 9 m, daté à - 125 millions d'années. Le fossile d'excellente qualité

a gardé la trace de plumes piliformes filamenteuses de 15 à 20 cm de long. Mais comment sait-on que ces sortes de « poils » ont vraiment un rapport avec des plumes ? En raison de leur constitution chimique. Les poils des mammifères sont faits d'alpha-kératine. Les plumes des oiseaux sont faites de bêta-kératine. Chez le dinosaure théropode non volant *Shuvuuia*, on a pu démontrer grâce à une réaction immuno-histochimique que le revêtement de l'animal était bien de la bêta-kératine ! Puis au cours de la décennie passée on retrouva ces plumes piliformes dans une autre grande famille de dinosaures, les ornithischiens : *Tianyulong*, *Kulindadromeus*

du Jurassique, et même chez le cératopsien *Psittacosaurus* ! Ceci ne restreint plus les plumes au petit sous-groupe de dinosaures qui donna naissance aux oiseaux, les théropodes, mais fait remonter celles-ci à l'origine même des dinosaures.

Et c'est là qu'on enfonce le clou : aujourd'hui les paléontologues ne considèrent plus les « pycnofibres » des ptérosaures comme foncièrement différentes des plumes filiformes des dinosaures. Tout cela remonte à l'ancêtre commun aux ptérosaures et aux dinosaures, l'ancêtre de tous les ornithodires, à la base du Trias supérieur, il y a 230 millions d'années. Si, à l'époque où je lisais *Rahan*, on m'avait dit que les ptérosaures portaient des plumes, je ne l'aurais pas cru ! Ces animaux à sang chaud, tout comme les dinosaures, se servaient d'abord de plumes en forme de poils non pas pour voler, mais pour conserver leur chaleur. Elles servirent aussi à la sensibilité tactile, au signal envers les congénères, la protection et l'aérodynamisme. En somme, des trucs en plume bien pratiques ! □



ET ALORS..
ANGE ou
DÉMON?..

BR

Être grand

Rahan est souvent confronté à de grosses bestioles... Bon, si la BD parlait des poux de Rahan, ça n'intéresserait personne...

Car ce qui est grand nous impressionne, et les records nous fascinent : le « plus grand », le « plus gros », le « plus lourd » ... Même chez les scientifiques, découvrir une espèce pas tellement nouvelle, dont on connaît bien les espèces voisines, ne mènera pas à une publication dans un journal très visible si sa taille est standard. En revanche, elle fera la « une » des plus grands journaux vitrines si c'est la plus grande connue. Tel était le cas, par exemple, de la « une » du journal *Nature* en janvier 2019. On découvrait dans les couches du Trias supérieur de Pologne un dicynodonte, herbivore lointain parent des mammifères. On connaissait déjà bien ses proches cousins par de nombreux fossiles, sauf que celui-ci, *Lisowicia*, avait la taille d'un éléphant ! Et cela a suffi pour le rendre célèbre. En contrepoint, on peut assez bien imaginer qu'on n'aurait pas fait autant de bruit autour des dinosaures s'ils avaient tous eu la taille d'une souris. Quels avantages un animal terrestre at-il d'être grand ?

Premièrement, il n'a pas beaucoup de prédateurs. C'est presque une évidence : face à la pression de prédation, une population de vertébrés est tirée vers les grandes tailles. Deuxièmement, on n'a pas besoin de chauffage central, du moins pas autant. Il existe un phénomène qu'on appelle l'endothermie de masse. Au-delà d'une certaine taille, on n'a pas le temps de se refroidir trop la durée d'une nuit ni de devenir trop chaud pendant la durée du jour. Plus on est gros, plus les variations de température interne quotidiennes sont faibles. On peut alors habiter des régions plus fraîches. Les dinosaures sauropodes n'avaient pas besoin d'avoir le thermostat physiologique très sophistiqué : l'endothermie de masse leur suffisait. Si l'on dispose du chauffage central avec thermostat, à savoir homéothermie, la température haute et constante, on peut carrément habiter des régions froides. En effet, un organisme perd sa chaleur en fonction de sa surface mais la produit en fonction de son volume. Or, la surface croît avec le carré de la taille tandis que le volume croît avec le cube de la taille. Plus on est volumineux, moins on perd de chaleur par rapport à ce qu'on en produit. Les gros animaux souffrent moins du froid que les petits.



Durant le Quaternaire, au Pléistocène les toundras de l'hémisphère Nord étaient habitées de mammifères géants couramment regroupés sous l'appellation de « mégafaune » : castor géant de 100 kg, loup géant d'1,5 mètre de long, ours géant (3,5 m debout, pour 350 kg), le mammouth de Colomb avec ses 4 mètres au garrot et 10 tonnes...

Il y a aussi des désavantages à être grand. Premièrement, il faut pouvoir trouver beaucoup de nourriture. Les éléphants de savane cherchent leur nourriture 16 à 20 heures par jour. Chaque individu a besoin d'environ 170 kg de nourriture en saison sèche, environ 250 kg en saison des pluies.

Deuxièmement, le temps de génération s'allonge : les populations ont besoin de temps pour s'adapter. Si le milieu est stable durant des centaines de milliers d'années, tout va bien pour les grands. Si des changements brutaux interviennent, les grandes espèces disparaissent les premières, pour deux raisons : (1) elles font généralement peu de petits à chaque génération, (2) il faut beaucoup de temps d'une génération à l'autre. En outre, on observe chez les grandes espèces qu'en conditions difficiles, la fraction de la population qui se reproduit diminue : tout se passe comme si l'énergie d'une génération était utilisée à augmenter sa propre durée, pas le nombre de petits. Ainsi, les espèces de grande taille misent sur le temps long. Or, l'adaptation naturelle est une affaire de populations : les variations favorables dans les nouvelles conditions ne se fixeront dans l'espèce qu'après beaucoup de naissances. Pour une espèce de grande taille, beaucoup de naissance signifie beaucoup de temps.

Bref, si des modifications brutales surviennent, les espèces de grande taille n'ont pas le temps de s'adapter. On estime qu'à la fin de ce siècle les mammifères et les oiseaux de plus de 10 kg auront disparu à l'état sauvage en zone intertropicale, du fait des pressions énormes qui vont s'abattre rapidement sur ces zones (réchauffement, fragmentation des milieux, destruction des milieux naturels par usage des terres). □

Je te donne, tu me donnes, il me donne...

Moi, Rahan, je te donne mon savoir, toi, peuple du Grand Nord, tu me donnes une peau de Baloua. C'est le mutualisme.

Les ouvrières de plusieurs espèces de fourmis protègent des pucerons de leurs prédateurs. Pourquoi cela ?

Les pucerons se nourrissent de la sève des plantes riche en sucres, ce qui fait que leurs excréments sont sucrés. Ils sont un peu les vaches des fourmis, qui les élèvent non pas pour leur lait, mais pour leur miellat, substance sucrée qu'ils excrètent par leur anus. Les fourmis en raffolent, et pour cela, défendent les pucerons en attaquant leurs prédateurs que sont les larves de coccinelles et de syrphes. Elles nettoient aussi les tiges sur lesquelles se tiennent les pucerons, en ôtant les mues des pucerons et les dépôts de miellat à partir desquels pousseraient, sinon, des champignons qui sont néfastes aux pucerons. Les fourmis tapotent les pucerons avec leurs antennes, ce qui a pour effet de faire sortir le miellat. Si la sève de la plante vient à manquer, les fourmis déplacent les pucerons sur une autre tige plus gorgée, voire sur d'autres plantes. Les pucerons sont donc nettoyés et protégés par les fourmis, les fourmis sont nourries par les pucerons : on appelle cela une relation mutualiste.



Le mucus extracorporel de l'anémone présente un composé qui inhibe l'activation des cnidocytes, ces petites cellules-harpons qui injectent le venin de l'anémone. Ainsi l'anémone ne se pique pas elle-même. Certes, le mucus du poisson-clown le protège, mais lorsqu'il prend possession d'une anémone, il ira se

frotter dans ses tentacules, ce qui aura pour effet de l'enduire du mucus de l'anémone. Le mucus protecteur a donc probablement une origine double, pour ainsi dire protégeant doublement le poisson. En outre, ses déjections nourrissent l'anémone. La survie du poisson-clown, et surtout sa reproduction, dépendent étroitement de l'anémone. Enfin, l'anémone possède un autre habitant avec lequel elle entretient aussi une relation mutualiste : les zooxanthelles. Ce sont des dinoflagellés capables de réaliser la photosynthèse. Les zooxanthelles sont protégées dans l'endoderme des tentacules de l'anémone. Les zooxanthelles nourrissent l'anémone en produits carbonés issus de la photosynthèse, et elles bénéficient pour leur croissance de la présence des déchets azotés sous

forme d'ammoniac, et des déchets phosphatés émis par les poissons-clowns. On voit tout de suite, ici, que les bénéfices se partagent à trois.

L'autre erreur historique, c'est que l'écologie a jadis été dominée par les réseaux alimentaires. Qui ne connaît pas la notion de « chaîne



Mais ce n'est pas tout. Nous avons commis une erreur historique, c'est d'avoir toujours présenté les relations mutualistes en services de « un à un ». La majorité des études anciennes se sont focalisées sur des interactions entre deux espèces (sphinx/orchidées *Angraecum* ; figues/guêpes ; yuccas/papillons de nuit, par exemple). Mais il ne s'agit là que d'une vision incomplète... Prenons par un exemple les relations mutualistes entre les anémones de mer et les poissons-clowns (genre *Amphiprion*). Les poissons-clowns se protègent de leurs prédateurs en se réfugiant parmi les tentacules urticants des anémones, et en même temps défendent l'anémone contre les attaques de certains autres poissons qui pourraient venir brouter l'anémone, comme par exemple le poisson-papillon (genre *Chaetodon*).

Mais comment le poisson-clown n'est-il pas tué par le venin des anémones ?

Le poisson-clown possède un mucus qui lui permet de tolérer l'activité urticante de l'anémone de mer.

alimentaire » ?

Pourtant, la prédation y est surreprésentée. Or, au cours des dernières décennies, les scientifiques ont réalisé que les réseaux alimentaires ne représentent qu'une petite partie des innombrables interactions qui lient les espèces dans la nature. Les réseaux mutualistes, notamment, sont riches et complexes, avec des généralistes et des spécialistes, et donnent de la robustesse à l'écosystème. Par exemple, jusqu'à 95 % des arbres et arbustes des étages supérieurs des forêts tropicales dépendent d'animaux, tant pour le transport de leur pollen que de leurs fruits ou graines. Sans ces réseaux, la régénération naturelle s'effondrerait.

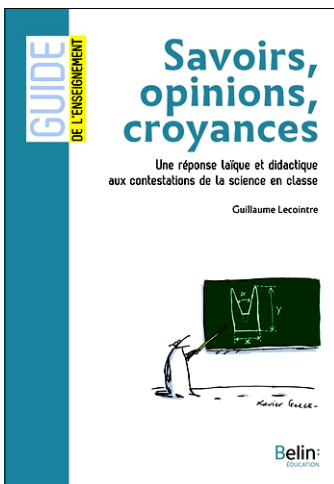
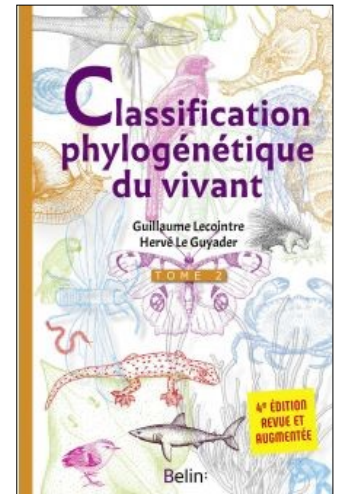
Les réseaux mutualistes nous invitent à voir ces interactions « positives » qui maintiennent les écosystèmes. □



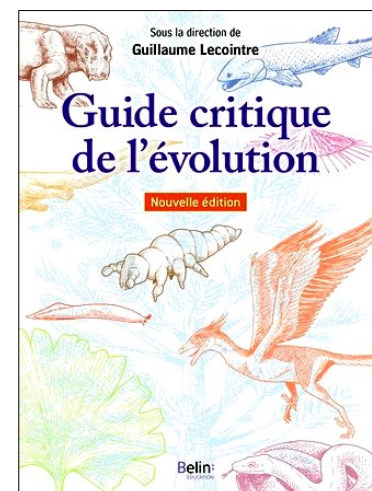
Lecointre, G. *L'évolution, question d'actualité ?* (2014) Quæ-MNHN

Lecointre, G. & Le Guyader, H. *Classification phylogénétique du vivant*. Tome I (3^e édition, 2006), Belin.

Lecointre, G. & Le Guyader, H. *Classification phylogénétique du vivant*. Tome 2 – 4^e édition (2016). Belin



Lecointre, G. (2018). *Savoirs, opinions, croyances, une réponse laïque et didactique aux contestations de la science en classe*. Paris : Belin éducation.



Fortin C., Guillot G., Le Louarn Bonnet M.-L. & Lecointre G. (Dir.) (2021). *Guide critique de l'évolution* (2^e édition). Paris : Belin

Retrouvez les conférences de Guillaume Lecointre :

- La laïcité dans les sciences
- La laïcité tacite des sciences

sur notre site à l'adresse <http://www.creal76.fr/pages/ressources/audios-et-videos.html>



Édité par le CREAL76
Mars 2022