

INTRODUCTION

Je vous présente les bourdes de la nature

Voici une histoire que vous avez entendue maintes fois : contemplez les incroyables beauté, complexité et grandeur du corps humain et ses nombreux systèmes, organes et tissus ! Il semblerait que plus profondément nous explorons notre corps, plus la beauté rencontrée est marquante. À l'instar des couches d'un oignon, les cellules et molécules qui constituent le corps humain présentent des niveaux d'enchevêtrement apparemment infinis. Les êtres humains profitent de l'univers particulièrement riche de l'esprit, exécutent des tâches physiques d'une difficulté stupéfiante, digèrent des aliments, puis les mélangent à leurs propres matière et énergie, activent et désactivent des gènes avec aisance, et engendrent ensuite des individus « dont les formes infinies sont des plus belles ».

Tous ces processus finissent d'une manière ou d'une autre par s'unir pour créer l'extraordinaire complexité de la vie humaine tout en nous permettant d'oublier les mécanismes qui en sont à la base. Un humain tout à fait ordinaire peut s'asseoir devant un piano et jouer sans avoir à réfléchir aux cellules et muscles

de ses mains, aux nerfs de ses bras ou aux centres cérébraux où sont stockées les informations sur le morceau à jouer. Un deuxième humain peut venir écouter le morceau sans même prêter attention aux vibrations de ses tympans, à la conductance des impulsions nerveuses de son système auditif ou à la mémoire qui lui permet, certes imparfaitement, de chanter le refrain à tue-tête. La chanson en question est l'œuvre d'un autre humain (exceptionnel, lui), une personne dont j'oserais dire qu'elle n'avait guère de reconnaissance pour les gènes, protéines et neurones sollicités pendant la composition du morceau.

Si nous les considérons très souvent comme normales, les capacités du corps humain n'en demeurent pas moins merveilleuses et même miraculeuses. Alors pourquoi ne pas écrire un livre sur ce sujet ?

Parce que vous en avez déjà entendu parler à de nombreuses reprises. Ces livres existent déjà. Si vous recherchez un ouvrage sur la splendide complexité du corps humain, vous avez de la veine : il vous suffit d'aller dans n'importe quelle bibliothèque médicale. Vous y trouverez des dizaines de milliers d'ouvrages. Ajoutez-y les revues biomédicales, dans lesquelles sont annoncées les découvertes, et le nombre de célébrations de la grandeur du genre humain grimpe à des dizaines de millions. Ce ne sont pas les mots et les pages qui manquent pour décrire le fonctionnement généralement épataant du corps humain.

Je ne vais pas vous narrer cette histoire, mais plutôt celle de nos nombreux défauts, que nous cumulons de la tête aux pieds.

Il s'avère que nos défauts sont extrêmement intéressants et instructifs. L'exploration des imperfections humaines nous

permet de nous interroger sur notre passé. Chaque défaut traité dans le présent ouvrage nous offre un récit de l'histoire de l'évolution de notre espèce. Chaque cellule, chaque protéine et chaque lettre de notre ADN ont subi la rigueur de la sélection naturelle au cours de l'intégralité de l'évolution. Tout ce temps écoulé et la sélection qui s'est opérée ont engendré un corps extraordinairement robuste, fort, résilient, intelligent et qui est essentiellement sorti vainqueur de cette compétition acharnée qu'est la vie. Mais il n'est pas parfait.

Nous avons des rétines tournées vers l'arrière, un bout de queue et bien trop d'os dans les poignets. Nous devons trouver dans notre alimentation des vitamines et substances nutritives que d'autres animaux sont capables de fabriquer seuls. Nous sommes très mal armés pour survivre sous les climats que nous rencontrons de nos jours. Nous avons des nerfs qui empruntent de curieux chemins, des muscles reliés à rien et des ganglions lymphatiques qui nous font plus de mal que de bien. Nos génomes sont remplis de gènes qui ne fonctionnent pas, de chromosomes qui se brisent et de carcasses virales issues d'infections passées. Nous avons un cerveau qui nous joue des tours, des préjugés et une tendance à tuer massivement les autres. Des millions d'individus ne parviennent même pas à se reproduire sans avoir recours à la science moderne.

Nos défauts illuminent non seulement notre évolution passée, mais également notre présent et notre avenir. Tout le monde sait qu'il est impossible de comprendre les événements qui se déroulent aujourd'hui dans un pays donné sans bien saisir son histoire et sa situation actuelle. Il en va de même pour nos corps, nos gènes et nos esprits. Pour bien cerner n'importe quel aspect de l'existence humaine, nous devons comprendre comment celle-ci a pris forme. Pour bien

se rendre compte des raisons de notre état actuel, il faut d'abord prendre conscience de ce que nous étions autrefois. Pour déformer un peu le vieil adage, nous ne pouvons comprendre où nous en sommes sans savoir d'où nous venons.

La plupart des défauts de conception des humains que je décris dans ce livre entrent dans une catégorie parmi les trois existantes. Vous avez d'abord les aspects qui ont évolué dans un monde différent de celui que nous connaissons aujourd'hui. L'évolution ne se fait pas de manière impeccablement ordonnée et prend du temps. La tendance de notre espèce à prendre facilement du poids et à avoir toutes les peines du monde à perdre des kilos est parfaitement logique dans les savanes d'Afrique centrale au pléistocène, mais plus trop au XXI^e siècle au sein d'un pays développé.

La catégorie de défauts suivante renferme ceux résultant d'une adaptation incomplète. Par exemple, le genou de l'homme est le produit d'un changement de conception intervenu lorsque nos ancêtres sont passés progressivement d'une posture à quatre pattes et d'un mode de vie arboricole à la station debout et à un style de vie principalement terrestre. La plupart des divers éléments du genou se sont très bien adaptés aux nouvelles exigences subies par cette articulation cruciale, mais tous les problèmes n'ont pas été résolus. Nous sommes presque parfaitement aptes à la marche debout, mais pas complètement.

La troisième catégorie regroupe les défauts dus uniquement aux limites de l'évolution. Toutes les espèces se retrouvent prisonnières des corps dont elles ont hérité et ne peuvent progresser qu'à coups de minuscules changements, qui sont rares et aléatoires. Nous avons hérité de structures terriblement inefficaces mais impossibles à modifier. Voilà pourquoi notre

gorge achemine à la fois l'air et les aliments dans un espace très restreint et pourquoi nos chevilles sont dotées de 7 os inutiles qui brinquebalent. Remédier à n'importe lequel de ces modèles erronés demanderait plus que ne peuvent accomplir des mutations successives.

Un bon exemple des énormes contraintes de l'évolution, même lors des épisodes de grande innovation, est l'aile des vertébrés. Les ailes ont été inventées pour de nombreuses familles d'animaux. Les ailes des chauves-souris, des oiseaux et des ptérosaures ont toutes évolué séparément et présentent donc des différences structurelles majeures. Mais, dans tous ces exemples, l'aile est issue d'un membre antérieur. Ces animaux ont perdu les nombreux usages de leurs membres antérieurs afin de se retrouver avec des ailes. Aucun oiseau, aucune chauve-souris n'est capable de saisir très bien des choses. Ils doivent se servir sommairement de leurs pattes, bouche et bec pour manipuler des objets. Il aurait bien mieux valu pour eux qu'il leur pousse des ailes à part entière tout en conservant leurs membres antérieurs, mais l'évolution s'y prend rarement ainsi. Pour un animal doté d'un corps complexe, se retrouver avec des ailes ayant poussé à partir de rien est inenvisageable. Il doit se contenter du lent remodelage de membres existants. L'évolution est une histoire de compromis permanents. C'est le prix à payer pour la plupart des innovations.

En termes d'évolution, les innovations sont aussi variées que chères. Elles vont de la duplication d'erreurs de planification à l'intérieur de chaque cellule au constat navrant de défauts de conception dans le montage des os, tissus et organes. Dans ce livre, je vais traiter successivement chacune de ces catégories d'erreurs, en me penchant sur des groupes entiers d'imperfections ayant des thèmes en commun et qui, pris ensemble, racontent l'histoire incroyable du fonctionnement

de l'évolution, ce qu'il se passe quand elle ne fait pas son œuvre et le lourd tribut payé par notre espèce pour afficher ces adaptations au fil des millénaires.

L'anatomie humaine est un salmigondis maladroit d'adaptations et d'inadaptations. Nous avons des os et des muscles inutiles, des sens atrophiés et des articulations qui ne nous maintiennent pas droits. Puis nous avons notre régime alimentaire. Si la plupart des animaux se contentent fort bien de manger la même chose tous les jours, nous devons, pour notre part, prendre des repas d'une variété ridicule afin d'ingérer toutes les substances nutritives nécessaires. La majeure partie du contenu de nos génomes est totalement inutile et peut même parfois s'avérer nocive. (Nous avons même dans l'ADN de chacune de nos cellules des milliers de virus morts et nous passons notre vie à reproduire consciencieusement ces carcasses.) Et on compte d'autres imperfections encore plus ahurissantes : nous sommes incroyablement inefficaces quand il s'agit d'atteindre notre objectif suprême, à savoir nous reproduire. Nous sommes dotés d'un système immunitaire qui attaque notre propre corps, ce qui correspond à l'une des nombreuses maladies liées à un problème de conception. Même ce qui constitue la réussite suprême de l'évolution – à savoir le puissant cerveau humain – est rempli de défauts qui poussent les gens à effectuer des choix extrêmement mauvais au quotidien, parfois même au détriment de leur propre vie.

Mais, aussi étrange que cela puisse paraître, nos imperfections sont empreintes d'une certaine beauté. Que notre vie serait ennuyeuse si chacun de nous était un spécimen parfait extrêmement rationnel ! Nos défauts font de nous ce que nous sommes. Notre individualité est issue de minuscules variations au sein de nos codes génétique et épigénétique, et une grande partie de cette diversité provient des affronts désor-

donnés de la mutation. À l'instar des impacts de foudre, les mutations sont aléatoires et souvent destructrices, mais également, d'une certaine manière, à la base de la grandeur humaine. Les défauts que j'aborde dans ce livre sont les cicatrices qui témoignent de batailles remportées dans le cadre de notre lutte majeure pour notre survie. Nous sommes les survivants improbables de ce conflit interminable de l'évolution, les produits de 4 milliards d'années d'une persévérance acharnée face aux pires obstacles. L'histoire de nos défauts est une guerre en soi. Rapprochez-vous et écoutez.

CHAPITRE 1

Os inutiles et autres erreurs anatomiques

*La rétine humaine est montée à l'envers,
nos sinus favorisent l'écoulement du mucus
vers le haut, nos genoux sont mal fichus, nos disques
intervertébraux « glissent », et j'en passe...
Voici un petit florilège de nos bizarreries anatomiques.*

Nous aimons l'excellence physique. Nous ne nous lassons pas d'admirer des culturistes très costauds, des ballerines gracieuses, des sprinteurs membres d'équipes olympiques, des mannequins bien proportionnés qui présentent des maillots de bain et des décathlètes robustes. En dehors de sa beauté innée, le corps humain est également dynamique et résilient. Les fonctions soigneusement orchestrées du cœur, des poumons, des glandes et du tractus gastro-intestinal sont réellement impressionnantes et nous continuons de découvrir toute la complexité avec laquelle le corps maintient son bon état malgré les attaques d'un environnement changeant. Avant de

discuter des défauts de notre forme physique, nous devons d'abord reconnaître que la beauté et la capacité du corps humain éclipsent très largement les quelques bizarreries identifiées çà et là.

Mais ces excentricités existent bel et bien. Restent tapis dans notre anatomie des dispositions étranges, des conceptions inefficaces et même carrément de véritables défauts, qui sont dans l'ensemble assez neutres, car ils n'entravent pas notre capacité à vivre et à nous développer. S'ils étaient à ce point handicapants, l'évolution s'en serait déjà chargée. Mais certains ne sont pas sans conséquence et chacun a une histoire intéressante à raconter.

Sur des millions de générations, le corps humain s'est énormément transformé. La plupart des structures anatomiques de notre espèce ont évolué au cours de cette métamorphose, mais quelques-unes y ont échappé et existent aujourd'hui de manière purement anachronique, vestiges d'une époque révolue depuis des lustres. Par exemple, le bras humain et l'aile d'oiseau ont des fonctions totalement différentes mais présentent des similitudes structurelles frappantes dans l'agencement de leurs os. Ce n'est pas un hasard. Tous les vertébrés quadrupèdes sont dotés du même squelette élémentaire, modifié autant que possible en fonction du mode de vie et de l'habitat de chaque animal.

Le corps humain a pris forme par le biais des actes aléatoires de la mutation et « l'élagage » réalisé par la sélection naturelle, mais ce processus n'est pas parfait. Une inspection minutieuse de nos corps les plus beaux et impressionnants révèle des erreurs existant en raison des angles morts de l'évolution – parfois au premier sens du terme.

JE NE VOIS PAS CLAIR

L'œil humain est un bon exemple de la façon dont l'évolution peut produire un modèle brinquebalant, tout en offrant un produit anatomique très performant. Cet œil est une véritable merveille, mais s'il avait fallu le concevoir en partant de zéro, il est difficile de savoir s'il ressemblerait à ce qu'il est aujourd'hui. À l'intérieur de l'œil humain se trouve l'héritage d'un développement lent et progressif intervenu chez l'animal.

Avant de décrire la curieuse architecture physique de l'œil, je souhaite clarifier une chose : l'œil humain présente également de nombreux problèmes fonctionnels. Par exemple, nombre de personnes qui lisent ce livre bénéficient de l'assistance de la technologie moderne. Aux États-Unis et en Europe, 30 à 40 % de la population est myope et porte des lunettes ou des lentilles. Sans elles, leurs yeux ne font pas correctement le point et ne peuvent distinguer des objets distants de quelques mètres. Le taux de myopie augmente de plus de 70 % au sein des populations asiatiques. La myopie n'est pas causée par une blessure mais bien par un défaut de conception. Le globe oculaire est tout simplement trop long. Avant d'atteindre l'arrière de l'œil, les images sont nettes, puis le point est perdu lorsqu'elles parviennent enfin au niveau de la rétine.

Les humains peuvent également être hypermétropes. Deux affections distinctes en sont à l'origine, résultant chacune d'un défaut de conception bien précis. Vous avez d'abord l'hypermétropie. Les globes oculaires sont trop courts et le point ne se fait pas avant que la lumière n'atteigne la rétine. C'est le contraire de la myopie. La seconde affection est la presbytie, liée à l'âge et causée par la perte progressive de souplesse du cristallin, l'incapacité des muscles à tirer sur le cristallin et à faire correctement le point, ou les deux. La presbytie

commence généralement aux alentours de la quarantaine. À 60 ans, presque tout le monde a des difficultés à distinguer les objets de près. J'ai 39 ans et j'ai remarqué que je tiens chaque année les livres et journaux de plus en plus loin de mon nez. Les verres progressifs sont pour bientôt.

Ajoutez à ces problèmes de vue courants des maladies, telles que le glaucome, la cataracte et le décollement de la rétine (pour n'en citer que quelques-unes), et un schéma commence à se dessiner. Notre espèce est censée être la plus évoluée de toutes celles qui vivent sur notre planète, mais nos yeux ont du retard. L'immense majorité des gens souffriront d'une perte d'acuité visuelle au cours de leur existence, et pour bon nombre d'entre eux, cela démarre même avant la puberté.

J'ai eu droit à des lunettes après ma première visite chez l'ophtalmologue, alors que j'étais en deuxième année du primaire. Qui sait depuis combien de temps j'en avais déjà besoin ? Ma vue n'est pas légèrement floue. Elle est horrible, d'environ 0,5/10^e. Si j'étais né, disons dans les années 1600, j'aurais probablement été incapable d'exécuter une tâche impliquant de voir au-delà d'un mètre devant moi. Du temps de la préhistoire, j'aurais été nul comme chasseur ou cueilleur à cause de ce handicap. On ne sait pas très bien en quoi une mauvaise vue a nui au succès de nos aïeux en termes de reproduction, mais le caractère endémique d'une mauvaise vue chez les humains modernes nous fait dire qu'il n'était pas absolument nécessaire d'avoir une excellente vue pour réussir à procréer, au moins dans un passé très récent. Les premiers humains dotés d'une mauvaise vue ont sans doute trouvé le moyen d'être florissants de santé.

La vue de l'être humain est encore plus pitoyable si on la compare à l'excellente acuité visuelle de la plupart des oiseaux, et

plus particulièrement des rapaces, tels que les aigles et les condors. Leur acuité visuelle de très loin couvre de honte l'œil humain le plus perçant. Quantité d'oiseaux peuvent également percevoir un éventail de longueurs d'onde plus large que nous, dont les ultraviolets. En fait, les oiseaux migrateurs détectent les pôles Nord et Sud avec leurs yeux. Certains voient carrément le champ magnétique de la Terre. Nombreux sont les oiseaux dotés d'une paupière supplémentaire translucide qui leur permet de regarder le soleil en face sans endommager leurs rétines. N'importe quel humain tentant de faire la même chose se retrouverait probablement frappé de cécité définitive.

Et je ne parle là que de la vision de jour. La nuit, la vue de l'homme n'est pas fameuse, elle est même très mauvaise pour certains. Comparez-la à celle, légendaire, du chat. Les yeux de ce petit félin sont tellement sensibles qu'il peut détecter un seul photon de lumière dans un environnement totalement obscur. (Pour vous faire une idée, dans une petite pièce très bien éclairée, on compte environ cent milliards de photons qui virevoltent en permanence.) Bien que certains photorécepteurs des cellules de la rétine humaine soient apparemment capables de réagir à quelques photons, ces récepteurs ne sont pas en mesure de percevoir un signal de fond. Les humains ne sont donc pas à même, pour des raisons fonctionnelles, de percevoir un seul photon et donc d'accomplir des prouesses comme les chats. Pour qu'un humain perçoive consciemment le trait de lumière le plus faible imaginable, il a besoin de cinq à dix photons diffusés rapidement à la suite. La vue du chat est donc bien meilleure que celle de l'homme dans des conditions de faible luminosité. En outre, chez les humains, l'acuité visuelle et la résolution des images lorsque l'éclairage est faible sont bien pires que celles des chats, des chiens, des oiseaux et de bien d'autres animaux. Vous êtes peut-être capable de voir plus de

couleurs que les chiens, mais la nuit, ces derniers voient plus distinctement que vous.

En parlant de vision des couleurs, tous les humains n'en sont pas dotés. Environ 6 % des hommes présentent une forme de daltonisme. (Cette affection n'est pas aussi courante chez les femmes, car les gènes défaillants entraînant le daltonisme sont presque toujours récessifs et situés sur le chromosome X. Les femmes possédant deux chromosomes X, il en reste donc un de secours si elles héritent d'une copie minable.) Nous sommes près de 7 milliards sur cette planète, ce qui signifie qu'au moins 250 millions d'individus sont dans l'incapacité d'apprécier la même palette de couleurs que le restant de l'espèce. Cela équivaut pratiquement à la population des États-Unis.

Ce ne sont là que les problèmes *fonctionnels* de l'œil humain. Sa conception physique est elle aussi criblée de toutes sortes de défauts, dont certains contribuent à l'apparition des problèmes fonctionnels de l'œil, tandis que d'autres sont bénins et parfois déconcertants.

L'un des exemples les plus célèbres de conceptions bizarres offertes par la nature est la rétine de tous les vertébrés, des poissons aux mammifères. Les photorécepteurs des rétines de vertébrés sont installés à l'envers – les circuits faisant face à la lumière, tandis que les photorécepteurs sont tournés vers l'intérieur, loin de celle-ci. Un photorécepteur ressemble un peu à un micro. Une extrémité est dotée de la bonnette, tandis que de l'autre part le câble acheminant le signal jusqu'à l'amplificateur. Chez l'homme, l'agencement de la rétine, située à l'arrière du globe oculaire, fait que tous les petits « micros » sont orientés dans le mauvais sens. Le « fil » est à l'avant, vers la lumière, tandis que la bonnette se trouve face à un mur aveugle de tissus.

Cette conception n'est pas optimale pour des raisons évidentes. Les photons de lumière doivent traverser la masse du photorécepteur pour atteindre le récepteur coincé à l'arrière. Lorsque vous parlez en tenant un micro à l'envers, vous pouvez toujours parvenir à vos fins, mais à condition d'accroître considérablement sa sensibilité et de parler bien fort. Il en va de même pour la vue.

En outre, la lumière doit traverser un film très fin de tissus et de vaisseaux sanguins avant d'atteindre les photorécepteurs, ce qui ajoute un niveau de complexité inutile au système déjà passablement complexe sans raison. À ce jour, il n'existe aucune hypothèse fiable pour expliquer ce montage inversé de la rétine chez les vertébrés. Cela semble le fruit d'un développement aléatoire qui perdure et dont la correction serait très difficile à obtenir à l'aide de mutations sporadiques – seul outil dont l'évolution dispose dans sa trousse.

Cela me rappelle le jour où j'ai installé chez moi une cimaise – moulure qui se place sur un mur à mi-hauteur. C'était la première fois que je me lançais dans des travaux de menuiserie et cela ne se passait pas comme je l'avais espéré. Les longs morceaux de bois d'une cimaise ne sont pas symétriques. Vous devez choisir le haut et le bas et, contrairement aux doucines ou aux plinthes, sur les cimaises, les pièces qui constituent le haut et le bas ne sautent pas tout de suite aux yeux. J'ai donc choisi la configuration qui me paraissait offrir le meilleur rendu, puis démarré l'installation : j'ai pris toutes les mesures, effectué les découpes, teint le bois, suspendu les pièces, percé les trous et enfoncé les clous, appliqué de la pâte à bois sur les joints et les clous, puis teint de nouveau le bois. C'était enfin terminé. La première personne qui est venue chez moi voir mon œuvre m'a immédiatement fait remarquer que j'avais installé la cimaise à

l'envers. Il y avait bien un haut et un bas et j'avais fait le mauvais choix.

C'est une bonne analogie avec l'agencement de la rétine, car, au tout début, le morceau de tissu sensible à la lumière qui allait évoluer pour devenir une rétine aurait pu être orienté différemment sans pour autant entraîner une différence fonctionnelle majeure pour l'organisme. Mais l'œil ayant continué d'évoluer, les capteurs optiques sont entrés dans la cavité qui allait devenir le globe oculaire et il est devenu manifeste que le système était monté à l'envers. Mais il n'était pas trop tard. À ce stade, que pouvait-on faire ? Il n'a jamais été possible de faire pivoter toute la structure à l'aide de quelques mutations ici ou là, tout comme je ne pouvais pas simplement remettre ma cimaise à l'endroit. Tous les joints et découpes se seraient retrouvés à l'envers. Il n'existait donc aucun autre moyen de corriger ma bourde que de tout recommencer.

Pareil pour la rétine des vertébrés. J'ai donc gardé ma cimaise telle quelle, comme nos ancêtres ont conservé leur rétine installée ainsi.

Il est intéressant de noter que la rétine des céphalopodes – pieuvres et calmars –, n'est pas inversée. Bien que d'une similitude saisissante, l'œil des céphalopodes et l'œil des vertébrés ont évolué de manière différente. La nature a « inventé » l'œil de type appareil photo au moins à deux reprises, pour les vertébrés et pour les céphalopodes. (Les insectes, les arachnides et les crustacés ont un type d'œil totalement différent.) Pendant l'évolution de l'œil des céphalopodes, la rétine a pris une forme plus logique, les photorécepteurs faisant face à la lumière. Les vertébrés n'ont pas eu cette chance et nous subissons encore les conséquences de ce hasard extraordinaire.