

homininés. Notons que le genre *Homo* a été nommé en 1758 par Linné lui-même, bien avant le genre *Pan* (1816). Or, selon le principe d'antériorité (le premier genre nommé a priorité sur les autres), et en raison de la proximité entre ces espèces, chimpanzés et bonobos devraient s'appeler respectivement *Homo troglodytes* et *Homo paniscus*.

Si tel n'est pas l'usage, considérer le singe comme une autre humanité est pourtant assez fréquent en science-fiction : dans son roman *Congo*, Michael Crichton (1980) met en scène une nouvelle espèce de gorilles intelligents, au langage complexe et reclus dans la jungle africaine. Autre exemple : dans sa nouvelle *In The Abyss* (1896), H. G. Wells imagine également une civilisation de singes aquatiques, avec des ouïes au niveau des oreilles. Cette idée rappelle une théorie farfelue, mais très en vogue dans les années 1960, selon laquelle l'homme moderne aurait connu une phase en milieu marin ou côtier...

Quelle phylogénie pour King Kong?

En science-fiction, nos cousins ont souvent des tailles et des proportions exagérées. Mais même le plus grand, King Kong, apparu pour la première fois en 1933 dans le film d'Ernest Schoedsack et Merian Copper, est doué de sentiments humains puisqu'il tombe amoureux de la belle Ann Darrow. En cela King Kong est une relecture du mythe de la belle et la bête. Mais, même si la taille, qui varie souvent d'un plan à l'autre, diminue au cours de l'histoire du cinéma, on peut se demander d'où vient ce gigantisme : dans un documentaire-fiction accompagnant le *remake* de 2005 de Peter Jackson, King Kong est décrit comme un genre et une espèce à part entière, *Megaprimatus kong*, qui dériverait du gigantopithèque.

Ce nom, s'il fait très scientifique, est-il réellement approprié ? Certes le gigantopithèque a bel et bien existé : il s'agit d'un primate fossile connu par des dents (dont les premières ont été découvertes chez un apothicaire chinois !), des mâchoires et quelques os exhumés en Asie du Sud-



2. LE GIGANTOPITHÈQUE fut-il un cousin éloigné de King Kong ?

Est et en Inde, datés entre neuf millions d'années et 100 000 ans. Haut de quelque trois mètres, il serait à l'origine du mythe du yéti. Toutefois, le gigantopithèque serait plus proche de l'orang-outan que du gorille. King Kong n'a donc pas grand-chose à voir avec ce pithèque, contrairement au *Big Foot* nord-américain ou autre dérivé tout aussi imaginaire que le yéti.

Les proportions et la morphologie de Kong suggèrent tout simplement qu'il s'agit d'un gorille, sans doute le dernier représentant de formes géantes qui se seraient retrouvées isolées sur Skull Island. Dans ce contexte d'isolement géographique et génétique, nous proposons que King Kong soit nommé *Gorilla giganteus*. Un tel isolement peut en effet produire des formes aussi bien géantes (chez les rongeurs par exemple) que naines (tels les éléphants nains fossiles retrouvés sur les îles grecques – et dont le crâne, présentant une impressionnante fosse nasale, serait à l'origine du mythe du Cyclope). Mais il est vrai que l'on croise nombre de créatures anachroniques sur Skull Island, dont des dinosaures...

Si King Kong demeure le primate le plus célèbre de l'histoire, d'autres singes fantastiques, moins connus, méritent pourtant

toute notre attention : c'est le cas de ces surprenants orangs-outans de l'espace inventés par l'agronome Pierre Boitard (1789-1859). Dans ses *Études astronomiques* (1838-1840), ce naturaliste créatif et avant-gardiste imagine pour la première fois à quoi pourraient ressembler les habitants du Système solaire. Il met en scène des espèces peuplant chaque planète selon l'échelle des êtres organisés adoptée à l'époque. Ainsi, de haut en bas de l'échelle, le Soleil est habité par de petits « superhumains » macrocéphales (qui préfigurent les extraterrestres à grosse tête), la Terre par l'homme, Vénus par « une certaine figure de l'homme fossile », enfin Mercure est peuplée d'orangs-outans.

Du chef de guerre Attar de *La Planète des singes* aux primates extraterrestres de Boitard, nos cousins nous fascinent. Pour savoir pourquoi, il nous suffit de nous regarder dans un miroir ! ■

J.-S. STEYER est paléontologue au CNRS-MNHN, à Paris. R. LEHOUCQ est astrophysicien au CEA, à Saclay. Avec la participation de Vilem Bischof, spécialiste en primatologie.

Retrouvez les articles de J.-S. Steyer et R. Lehoucq sur www.pourlascience.fr



ART & SCIENCE

La crucifixion : un supplice énervant !

La position des crucifiés perturbe, entre autres, l'activité des nerfs de l'avant-bras et entraîne une disposition particulière des doigts que l'on retrouve dans la plupart des représentations artistiques.

Loïc MANGIN

En 71 avant notre ère, 6 000 esclaves furent crucifiés et alignés sur la *Via Appia* qui relie Rome à Cappoue. Le général romain Crassus entendait ainsi marquer sa victoire sur la révolte dirigée par le gladiateur thrace Spartacus. Cet épisode, relaté par l'historien Appien et rendu célèbre par le film éponyme de Stanley Kubrick en 1960, montre que le crucifiement était un supplice répandu chez les Romains. Il l'était déjà chez les Perses, qui l'auraient inventé au V^e siècle avant notre ère, mais aussi chez les Celtes, les Scythes, les Assyriens, les Phéniciens...

Le châtiment devint célèbre lorsqu'il fut la sentence prononcée par Ponce Pilate à l'encontre de Jésus : c'est plutôt dans ces circonstances que l'on parle de *crucifixion*. Certains situent la première représentation de la crucifixion dans les *Évangiles de Rabula*, un manuscrit enluminé de la fin du VI^e siècle

et conservé à Florence : c'est, en tout cas, la première scène complète figurant la plupart des protagonistes. D'autres observateurs ont vu des crucifixions dans des mosaïques orientales du IV^e siècle, d'autres encore dans une petite plaque d'ivoire d'époque mérovingienne gravée au début du V^e siècle. Quoi qu'il en soit, la crucifixion a fait les riches heures de l'histoire de l'art : Mantegna, Raphaël, Velasquez, Dali...

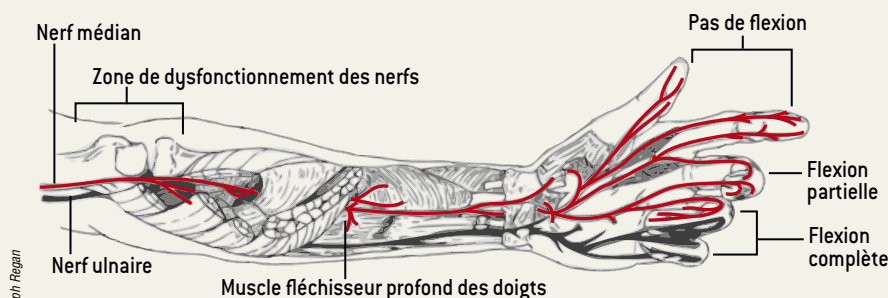
Ce supplice a soulevé plusieurs questions. La victime meurt-elle d'asphyxie ou d'une défaillance cardiaque ? Des expériences menées en 1989 par Frederick Zugibe (des volontaires sont restés longtemps sanglés à des croix) n'ont pas permis de conclure. Les clous étaient-ils plantés dans la paume ou au niveau du poignet ? Des études archéologiques ont plaidé pour la seconde hypothèse : les clous étaient insérés entre le radius et le cubitus.

Une autre question a longtemps été délaissée. Elle concerne la position des doigts. En

effet, sur de nombreuses crucifixions, notamment celle du Greco (*voir page ci-contre*), on observe que le pouce et l'index sont tendus, l'auriculaire et l'annulaire complètement pliés, tandis que le majeur est dans une position intermédiaire. Cette disposition anatomique fut représentée la première fois à Constantinople, à la fin du VIII^e siècle. Comment l'expliquer ? S'agit-il d'une licence artistique – cette posture des doigts est celle utilisée par les prêtres lors de bénédictions – ou correspond-elle à une réalité biologique ? Jacqueline Regan, du Département de neurosciences de l'Hôpital *Inova Fairfax*, à Falls Church, aux États-Unis, et ses collègues ont répondu.

Un clou planté dans la paume ou dans le poignet, en endommageant les nerfs et les muscles à cet endroit, n'entraînerait pas une telle disposition des doigts. Selon les médecins, la cause est à chercher dans un dysfonctionnement des nerfs plus en amont dans le bras. Voyons comment.

Chez un crucifié, les bras forment chacun un angle d'environ 135 degrés avec l'axe du corps et subissent une rotation vers l'avant tandis que les coudes sont hypertendus. De plus, les bras supportent le poids de l'individu suspendu. Dans cette position, une contrainte mécanique importante s'exerce sur le nerf médian qui parcourt le bras (*voir la figure ci-contre*). Cette contrainte se traduit par une diminution de l'afflux sanguin vers ce nerf, donc de son activité. Plusieurs expériences sur des animaux ont confirmé ce lien.

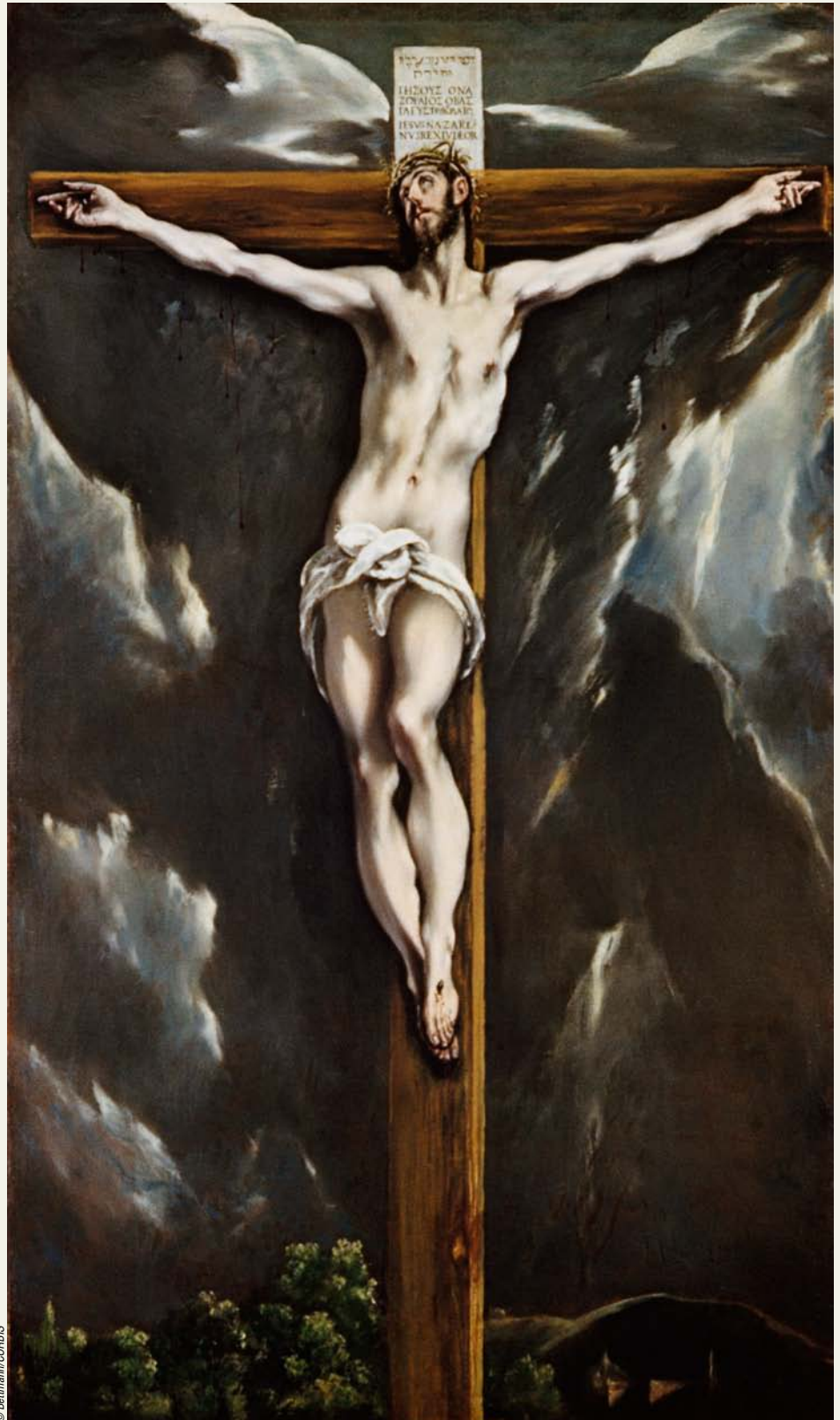


© Joseph Regan

Si le nerf médian pâtit du supplice de la croix, ce n'est pas le cas du nerf ulnaire, qui reste intact. En détaillant les divers muscles innervés par les nerfs médian et ulnaire, l'équipe de Falls Church a montré comment l'ischémie du premier entraîne la disposition particulière des doigts observée lors d'un crucifiement. Les muscles de la flexion du pouce et de l'index ne sont plus commandés par le nerf médian : les deux doigts restent tendus. Précisons qu'au repos, c'est-à-dire en l'absence d'activation par des neurones, un muscle est détendu, non contracté. Ceux de l'auriculaire et de l'annulaire sont toujours commandés par le nerf ulnaire : les doigts se plient. Enfin, les muscles requis pour la flexion du majeur, dont le muscle fléchisseur profond des doigts, sont innervés par les deux nerfs : on comprend sa position intermédiaire.

Ainsi, le crucifiement se traduit par une neuropathie dont témoigne la position des doigts. Ce symptôme n'est pas décrit dans le film *La vie de Brian*, des Monty Python (1979), où pourtant un des personnages discute des avantages et des inconvénients des différents supplices des Romains, dont le crucifiement. Et à en croire l'humour grinçant qui caractérise ce film, la torture serait des plus confortables, car... on la subit au grand air.

J. Regan et al., *Crucifixion and median neuropathy*, *Brain and Behavior*, publié en ligne le 18 mars 2013.



© Bettmann/CORBIS

IDÉES DE PHYSIQUE

Des trains flottant au-dessus des rails

L'avenir du transport ferroviaire passera-t-il par la lévitation magnétique des trains, assurée par des électro-aimants supraconducteurs ?

Jean-Michel COURTY et Édouard KIERLIK

En 2011, à l'occasion du centenaire de la découverte de la supraconductivité [état de résistivité électrique nulle, obtenu à très basse température], des trains miniatures ou un skate supraconducteurs flottant au-dessus de rails magnétiques nous ont émerveillés. Ces prototypes glissant sans frottement annoncent-ils les transports du futur ? Les compagnies *Swissmetro* ou *ET3* [*Evacuated Tube Transport Technologies*] nous promettent en effet sécurité, rapidité et frugalité énergétique en faisant circuler dans le vide des véhicules à sustentation magnétique. Ce type de lévitation est d'ailleurs déjà mis en œuvre dans la liaison commerciale *Transrapid* à Shanghai ou dans les prototypes *MLX* des *Maglev* japonais, qui détiennent le record du monde de vitesse sur rail (581 kilomètres par heure en 2003).

Lévitation stable ou instable ?

Comment le magnétisme permet-il de faire léviter de façon stable un train entier ? On pourrait croire qu'il est possible de faire léviter un aimant en le rapprochant d'un autre. En effet, avec des aimants au néodyme de quelques centimètres et quelques grammes, on obtient d'intenses forces d'attraction entre pôles opposés ou de répulsion entre pôles identiques, de plusieurs newtons. Mais on découvre vite que l'aimant que l'on cherche à faire léviter se retourne dès qu'on le lâche et se colle à l'aimant qui le repoussait. On démontre que quelle que soit la configuration

choisie, une lévitation à base d'aimants permanents (ou d'électro-aimants) est instable.

Pourtant, la lévitation d'un aimant au-dessus d'une plaquette de supraconducteur refroidi est stable (voir la figure 1). Que se passe-t-il ? Un matériau supraconducteur empêche les lignes de champ magnétique de pénétrer en son sein. Lorsqu'on approche un aimant, des courants électriques se forment à la surface du supraconducteur de telle façon que le champ magnétique qu'ils induisent compense le champ extérieur : le champ magnétique total reste nul à l'intérieur du matériau. Ces courants forment ainsi un



1. UN AIMANT PLACÉ AU-DESSUS d'un matériau supraconducteur lévite de façon stable. Il induit dans le supraconducteur des courants qui créent un champ magnétique opposé à celui qu'il exerce, quelle que soit la configuration géométrique (contrairement au cas de deux aimants que l'on rapproche). Ce phénomène correspond au diamagnétisme d'un supraconducteur : soumis à un champ magnétique, un tel matériau empêche les lignes de champ de pénétrer en son sein.

électro-aimant dont la polarité est en miroir de celle de l'aimant initial. Ce dernier est donc repoussé, quelle que soit son orientation, et la lévitation est stable. Hélas, comme on ne sait pas obtenir de supraconductivité à température ambiante, il est difficile d'imaginer l'installation de rails supraconducteurs sur plusieurs kilomètres.

Mais le même type de répulsion, dite diamagnétique, existe aussi avec de la matière à l'état normal, telle l'eau. Le champ magnétique d'un aimant que l'on approche crée en effet, au sein des nuages électroniques des molécules, des courants électriques, lesquels produisent un champ magnétique s'opposant à celui de l'aimant. Lorsque ce dernier est très intense, même l'eau s'aimante assez pour léviter. C'est ainsi qu'en 1997, le physicien russo-néerlandais Andre Geim a fait léviter de l'eau, une petite tomate et même une grenouille vivante (voir la figure 2) dans un champ magnétique de 16 teslas.

Cette valeur, 16 teslas, du champ est énorme et bien trop élevée pour des applications à grande échelle. Tout n'est cependant pas perdu. Un métal normal, tel le cuivre, peut aussi repousser un aimant. Il suffit pour cela que le métal et l'aimant soient en mouvement l'un par rapport à l'autre. Lorsqu'un aimant est déplacé parallèlement à la surface d'un conducteur, la variation avec le temps du champ magnétique en chaque point du conducteur induit des courants électriques, les courants dits de Foucault. Ces derniers engendrent un champ magnétique qui agit en retour sur l'aimant.