

Une sexualité de survie

Menacés d'extinction, les cyprès de Duprez ont recours à une sexualité particulière.

Au Sud-Est de l'Algérie, près de la frontière lybienne, dans les montagnes du Tassili des Ajjer, les 231 cyprès de Duprez (*Cupressus dupreziana*) sont les derniers survivants de cette espèce. Dans une telle population restreinte, le danger est la « consanguinité » et l'accumulation de mutations délétères qui en résulte. Le cyprès de Duprez est-il pour autant condamné ? Non, l'équipe de Christian Pichot, de l'Institut national de la recherche agronomique, à Avignon, a mis en évidence chez ces arbres une sexualité unique, où le grain de pollen donne, seul, naissance à un nouvel individu.

Plusieurs indices ont mis les botanistes sur la voie. D'abord, les grains de pollen du cyprès de Duprez sont plus gros que ceux des autres espèces de cyprès. Par ailleurs, les fruits de croisements entre ce cyprès et celui de Provence ressemblaient beaucoup au cyprès de Duprez lorsque celui-ci est le père. Comment expliquer ces observations ?

C. Pichot et ses collègues ont analysé les gros grains de pollen du cyprès de Duprez et les individus issus de croisements. Le grain de pollen est diploïde, c'est-à-dire qu'il contient les deux lots de chromosomes paternels, alors que ceux d'autres espèces sont haploïdes (ils n'ont qu'un seul lot de chromosomes). Ensuite, les cyprès issus des croisements du pollen de *C. dupreziana* et de l'ovule d'une autre espèce sont génétiquement identiques à l'arbre père. Ainsi, le pollen se pose sur l'ovaire, émet un tube pollinique qui introduit le noyau dans l'ovule, mais la fusion des deux noyaux n'a pas lieu : celui de l'ovaire dégénère alors que celui, déjà diploïde, du grain de pollen prend en charge le développement du nouvel arbre. L'ovule n'est alors qu'une réserve nourricière.

Ce mode de reproduction est nommé apomixie. Il est connu chez les angiospermes (les plantes à fleurs), chez qui le développement d'un ovule seul en un nouvel individu est fréquent. Cependant, l'apomixie du cyprès de Duprez est inédite à deux titres : elle concerne les gamètes mâles, le pollen, et apparaît chez un gymnosperme, une plante à graines nues sans fleurs.

L'apomixie apporte un avantage aux cyprès qui, grâce à elle, évite la consanguinité ; cependant, elle fige leur évolution, car elle supprime le brassage génétique. L'adoption d'un tel mode de reproduction rend délicate la sauvegarde de l'espèce, menacée à long terme : les généticiens de l'INRA espèrent analyser chacun des 231 survivants dans l'espoir de découvrir un exemplaire encore capable de fécondation. Enfin, ils étudient différents croisements interspécifiques qui sauveraient le patrimoine génétique des cyprès de Duprez, et, pourquoi pas, le ramèneraient dans le chemin de la fécondation.



Dans le Sud-Est de l'Algérie, les cyprès de Duprez résistent à l'extinction grâce à une sexualité originale : les grains de pollen, à eux seuls, donnent naissance à de nouveaux cyprès.

F. Abdoun

L'homme à face plate

Un nouveau visage dans notre arbre généalogique.

Après avoir trouvé *Orrorin tungenensis*, un hominidé de six millions d'années,

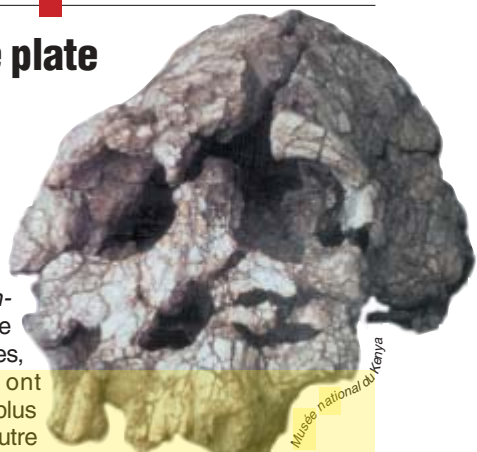
les paléontologues ont annoncé, quelques mois plus tard, la découverte d'un autre de nos ancêtres au Kenya. Le crâne mis au jour est presque complet : il daterait de 3,5 millions d'années environ. Toutefois, ses caractères à la fois primitifs et évolués laissent les paléontologues perplexes quant à la place qu'il occupe dans notre arbre généalogique.

Le fossile, mis au jour par l'équipe de Meave Leakey, paléontologue aux Musées nationaux du Kenya, se trouvait à Lomekwi, sur la rive Ouest du lac Turkana, dans le Nord du Kenya. Ce site a livré plus de 30 fragments de crânes et de dents, dont deux ont été attribués au nouvel hominidé (les autres n'ont pas encore été classés). Tous ces fragments ont été découverts entre deux couches de sédiments datées de 3,2 et 3,5 millions d'années. D'après les restes de mammifères qui les accompagnaient, la région était recouverte, à cette époque, de forêts et de prairies, comme les sites de Tanzanie et d'Éthiopie où l'on a retrouvé des restes d'australopithèques.

Le nouveau fossile présente une mosaïque de caractères, qui ne sont pas nouveaux en soi, mais qu'aucun autre fossile ne rassemble. Par le petit volume de son crâne, le nouvel hominidé ressemble au chimpanzé, mais par ses dents à émail épais (qui révèlent la dureté des aliments dont il se nourrissait), il se rapproche des australopithèques de l'espèce *afarensis*, vieille de 3,2 millions d'années (celle de Lucy) et de l'espèce *anamensis*, encore plus ancienne. Enfin, par sa face plate, il ressemble à *Homo rudolfensis*, découvert sur la rive opposée du lac Turkana, mais beaucoup plus jeune, puisqu'il daterait de 2 à 2,5 millions d'années. Ainsi, ne pouvant attribuer le nouveau fossile à aucun de nos ancêtres déjà connus, les paléontologues l'ont classé dans un nouveau genre, qu'ils ont nommé *Kenyanthropus platyops*, c'est-à-dire l'homme à face plate.

Ses caractères propres le distinguent des australopithèques et des paranthropes (un genre d'hominidés aussi appelés les australopithèques « robustes », mais plus jeunes que les australopithèques, puisqu'ils prospéraient il y a 2,5 à 1,4 millions d'années). Qu'en est-il de sa ressemblance avec *Homo rudolfensis*, ou plus précisément avec le fossile dit de « l'homme 1 470 », daté de 1,8 millions d'années, à partir duquel on a défini ce genre ? Certains paléontologues pensent que *Homo rudolfensis* est plus proche des australopithèques que des *Homo*. Au lieu de créer un nouveau genre, Meave Leakey aurait pu considérer que les paranthropes et les *Homo* primitifs étaient en fait des australopithèques, mais ce dernier genre serait alors devenu un « fourre-tout ». Elle suggère plutôt de classer « l'homme 1 470 » dans le groupe des kenyanthropes (celui de *Kenyanthropus platyops*). Cette proposition controversée ravive des désaccords déjà anciens à propos de ce fossile, retrouvé en petits morceaux, de surcroît écrasés par le poids des sédiments.

Comment expliquer les ressemblances de *Kenyanthropus platyops* avec des hominidés si différents les uns des autres et si éloignés dans le temps ? Les indices dont nous disposons (les



Kenyanthropus platyops, l'homme à face plate.

Musée national du Kenya

os et les dents) pourraient davantage tenir de l'adaptation à l'environnement que de l'évolution. Depuis une vingtaine d'années, les découvertes de fossiles s'accumulent et la famille de l'homme s'agrandit. Cependant, ses origines ne s'éclaircissent pas pour autant : l'ancienne théorie, selon laquelle les hominidés s'étaient succédé, selon un processus d'évolution linéaire,

n'a plus court. On avait d'abord pensé que les genres d'hominidés plus proches de l'homme que du chimpanzé n'étaient qu'un nombre de trois, à savoir les australopitèques, les paranthropes et les *Homo*. Puis, la découverte de trois nouveaux australopitèques, au Kenya, en Éthiopie et au Tchad a montré que ce genre était plus répandu qu'on ne le supposait. Depuis,

deux autres genres ont été créés : *Ardipithecus*, d'abord daté de 4,4 millions d'années, mais qu'un fossile récemment trouvé fait remonter à 5,8 millions d'années, et *Ororin*, de 6 millions d'années. La découverte de *Kenyanthropus platyops*, qui ajoute à la confusion, laisse supposer que les incertitudes qui planent sur nos origines ne sont pas près de disparaître.

Cerveau et pesanteur

Pour prévoir la trajectoire d'un objet, notre cerveau tient compte de l'accélération due à la pesanteur.

Le petit d'homme acquiert très rapidement la notion de la pesanteur : l'enfant de un an sait que s'il lâche un objet, celui-ci tombe. Jusqu'à quel point notre cerveau assimile-t-il la gravité ? La question se pose notamment lorsque nous attrapons un objet qui nous est lancé. Sachant que les influx nerveux mettent un certain temps pour aller du cerveau aux muscles et que ces derniers ne répondent pas immédiatement, le cerveau doit donner les ordres pour la saisie de l'objet (lever l'avant-bras, contracter les muscles du biceps, puis tendre les doigts) de quelques dizaines à quelques centaines de millisecondes avant que l'objet n'arrive au niveau de la main. En d'autres termes, il doit anticiper la trajectoire afin que la main se trouve au bon endroit, au bon moment. Comment prévoit-il la trajectoire ? Une équipe du Laboratoire européen de neurosciences de l'action, dont Joe McIntyre et Alain Berthoz du Collège de France, à Paris, et Francesco Lacquaniti et Myrka Zago, à Rome, ont comparé des saisies de balles réalisées sur Terre et en impesanteur au cours d'un vol de la navette américaine. Ils ont montré que le cerveau prévoit une trajectoire en tenant compte de l'accélération de la pesanteur.

On peut envisager *a priori* trois hypothèses sur la façon dont le cerveau opère pour prévoir une trajectoire. Selon la première, le cerveau évalue la vitesse de l'objet et ne se fonde que sur cette information. Dans la deuxième, il estime non seule-

ment la vitesse, mais aussi l'accélération de l'objet. Dans la troisième, il n'apprécie que la vitesse, mais sait que l'objet est soumis à la pesanteur et que cela modifie sa trajectoire. Le système visuel évalue mal les accélérations, de sorte que l'on peut éliminer la deuxième hypothèse.

Pour trouver laquelle des deux autres hypothèses est la bonne, J. McIntyre et ses collègues ont filmé le mouvement du bras de spationautes qui devaient attraper une balle lancée vers eux, par le haut, à différentes vitesses. Afin que les sujets ne s'accoutument pas à la saisie de la balle, la vitesse des lancers variait de façon aléatoire. La même expérience a été réalisée également sur Terre.

Sur Terre, l'avant-bras se lève environ 200 millisecondes avant l'impact. Dans l'espace, il se lève plus tôt (500 millisecondes avant l'impact pour une vitesse de lancer égale à 1,7 mètre par seconde) et arrête sa course, voire l'inverse, quand le sujet s'aperçoit qu'il n'attrapera pas la balle. L'avant-bras a manifestement reçu trop tôt l'ordre de bouger. Ce résultat écarte d'emblée la première hypothèse : dans le cas où le cerveau ne se fonderait que sur la vitesse de la balle pour prévoir la trajectoire, l'homme capturerait la balle au bon moment dans l'espace, où la vitesse est constante.

Reste la troisième hypothèse, celle de la prédiction qui tient compte de la pesanteur. Dans le cas où le cerveau tiendrait compte de la pesanteur, il s'attend à ce que la balle soit accélérée et, par conséquent, plus bas qu'elle ne l'est en réalité dans l'espace : il sous-estime la durée avant impact et déclenche les mouvements trop tôt. Cette sous-estimation est d'autant plus importante que la vitesse de lancer est faible. C'est bien ce que J. McIntyre et ses collègues ont observé : le retard pris dans

l'espace passe de 100 millisecondes pour une vitesse de lancer de 2,7 mètres par seconde à 700 millisecondes pour 0,7 mètre par seconde. On explique quantitativement ces variations en considérant que le cerveau prévoyait que l'objet allait subir une accélération égale à celle de la pesanteur terrestre et qu'il s'est décidé à donner l'ordre à l'avant-bras de bouger environ 300 millisecondes avant ce qu'il pensait être l'impact. J. McIntyre et ses collègues concluent que le cerveau possède un modèle interne de trajectoire qui a assimilé la valeur de la pesanteur terrestre.

À mesure des expériences pratiquées dans l'espace à plusieurs jours d'intervalle, les spationautes ont montré un début d'adaptation à l'absence de gravité. Qu'est-ce qui a provoqué cette adaptation ? Des indices visuels ? Des expériences où les indices visuels feront croire aux sujets qu'ils sont tête en bas devraient répondre en partie à ces questions.



Un astronaute doit saisir une balle lancée vers lui en impesanteur à des vitesses initiales différentes.

Vous cherchez des services personnalisés d'information scientifique ?

//connectsciences.inist.fr

Le portail CNRS d'information scientifique et technique

Un service de l'Institut de l'Information Scientifique et Technique du CNRS

www.inist.fr