

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