

ART & SCIENCE

Un éléphant qui a de l'allure

Pour leurs œuvres animalières, les artistes modernes bénéficient des études expérimentales sur la locomotion menées depuis la fin du XIX^e siècle. Pourtant, les hommes préhistoriques les surpassaient en réalisme !

Loïc MANGIN

États-Unis, un peu avant 1878. Le Britannique Eadweard Muybridge (1830-1904) est devenu un photographe réputé, notamment grâce à son panorama à 360° de la ville de San Francisco. Ses paysages et ses reportages sont célèbres et il est sollicité par de nombreux riches clients. L'un d'eux est l'homme d'affaires et politicien Leland Stanford, fondateur de l'université éponyme, qui est en outre passionné de chevaux. Il informe le photographe d'un débat animé sur le galop du cheval. En effet, le physiologiste et photographe français Étienne-Jules Marey a affirmé en 1872 qu'à un moment du galop (une des allures du cheval avec le pas, le trot...), aucune des pattes de l'animal ne touche le sol. La communauté scientifique conteste cette idée. Muybridge s'intéresse au problème et donne raison à Marey le 18 juin 1878, grâce à des photographies prises par une série d'appareils disposés le long d'une piste.

Depuis ces travaux pionniers, la locomotion des animaux a été étudiée en détail et l'on peut imaginer que les artistes ont mis à profit ces connaissances pour s'assurer du réalisme des animaux dans leurs œuvres. Est-ce vraiment le cas ? C'est ce qu'ont voulu savoir Gabor Horvath, de l'Université Eötvös à Budapest, et ses collègues.

Pour ce faire, les chercheurs ont analysé 1 000 représentations de l'époque préhistorique jusqu'à nos jours et se sont intéressés

aux erreurs dans la disposition des membres. Étaient-elles plus fréquentes avant les travaux de Muybridge ? Étaient-elles plus nombreuses encore dans l'art de nos ancêtres ? Parmi les œuvres sélectionnées – peintures ou sculptures –, beaucoup correspondent à des chevaux, mais on trouve aussi des bovins, des cerfs, des antilopes, des girafes et même des éléphants. Parmi ces derniers figure celui du site Tadrat Acacus, à l'Ouest de la Libye (voir la figure a) qui aurait été réalisé entre le XII^e et le V^e millénaire avant notre ère.

Les artistes ont certes bien appris des progrès de la science, mais ils restent en retard par rapport aux hommes préhistoriques.

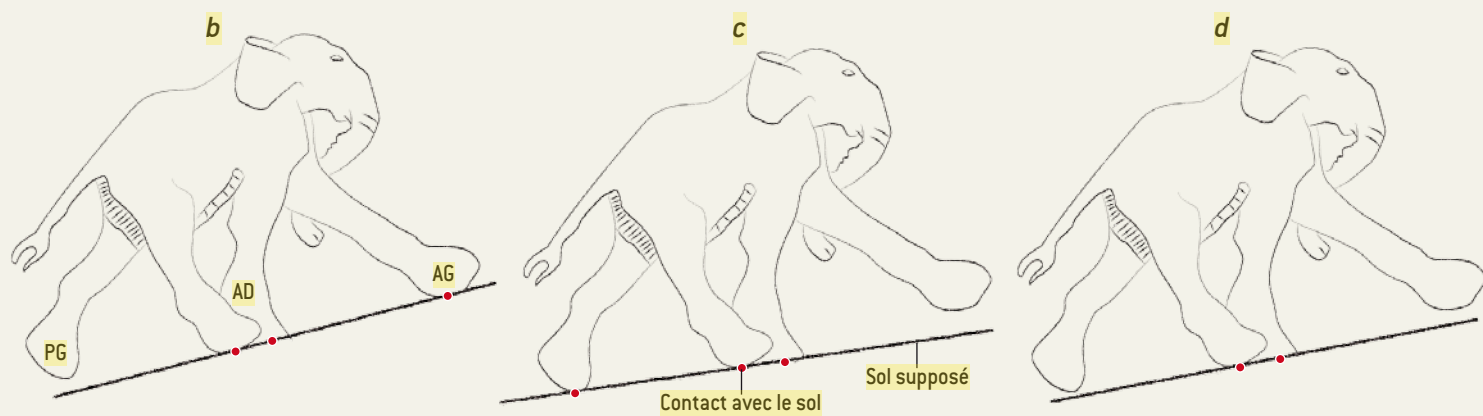
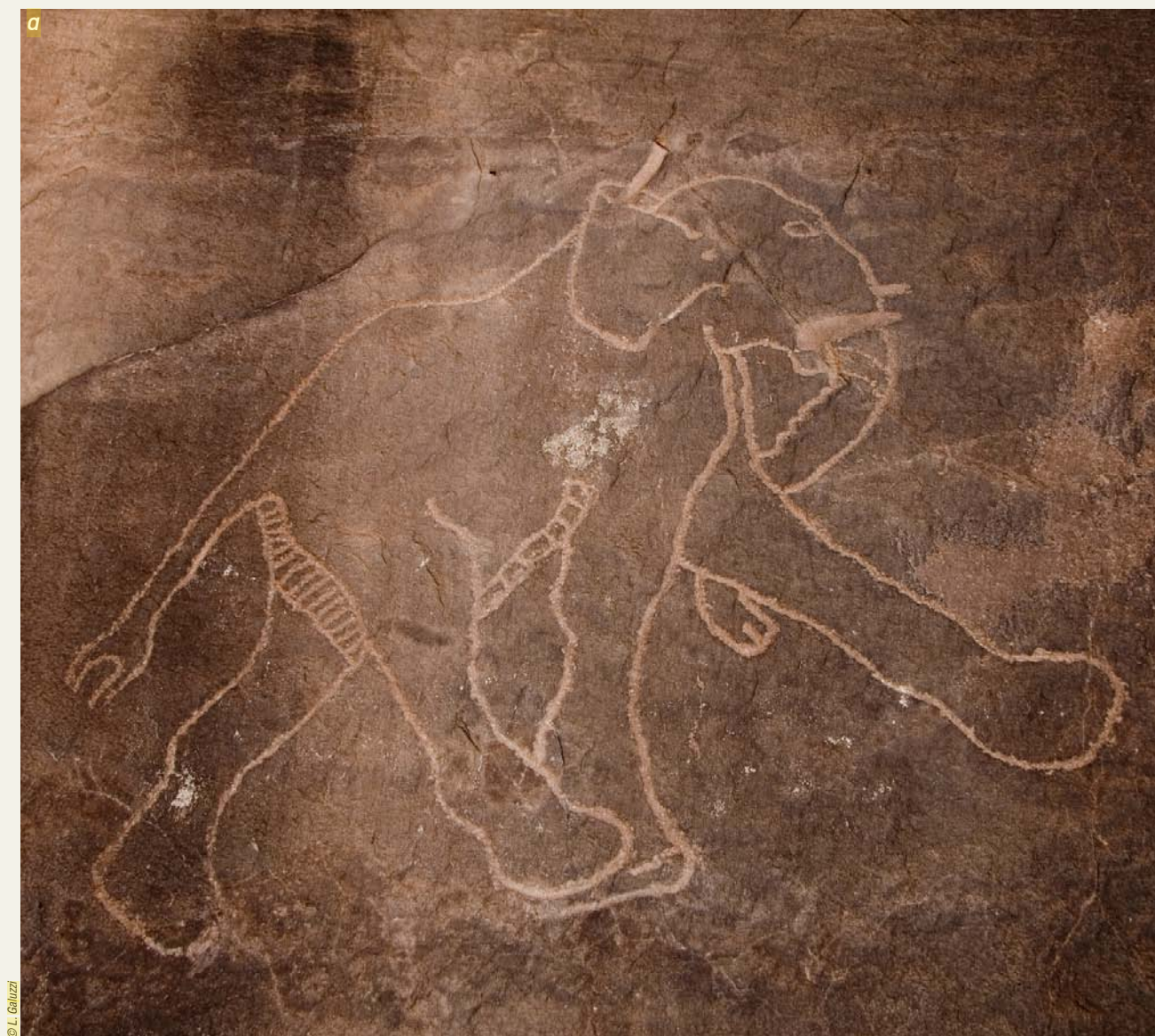
On sait aujourd'hui que la plupart des quadrupèdes se déplacent *via* des séquences de mouvements identiques pour les membres de gauche et de droite, à un déphasage près. Pour le pas, la séquence la plus répandue des membres en contact avec le sol est la suivante : postérieur gauche (PG), antérieur gauche (AG), postérieur droit (PD) et antérieur droit (AD). Elle assure le maximum de stabilité et a été adoptée par la plupart des espèces, à l'exception notable des primates.

Pour les œuvres modernes, les contacts avec le sol furent faciles à identifier. En revanche, dans le cas des représentations préhistoriques, ce fut parfois plus compliqué. Ainsi,

pour l'éléphant libyen, s'agit-il des membres PD, AD et AG (figure b), des membres PG, PD et AD (figure c) ou des membres PD et AD (figure d) ? En l'occurrence, la réponse importe peu, car les trois postures (définies par les points de contact au sol et par la position des pattes) sont incompatibles avec la marche. Étonnamment, elles pourraient correspondre à un trot, mais l'éléphant ne trotte pas : même à pleine vitesse, son allure reste celle de la marche.

L'équipe de G. Horvath a déterminé la proportion d'œuvres erronées pour trois périodes : l'époque moderne avant les travaux de Muybridge, celle ultérieure et l'ère préhistorique. Les taux d'erreurs que les chercheurs hongrois ont trouvés sont respectivement de 83,5, 57,9 et... 46,2 pour cent ! Précisons qu'une disposition au hasard des membres se traduirait, selon les auteurs, par un taux d'erreur de 73,3 pour cent. Ainsi, les artistes ont certes bien appris des progrès de la science, mais ils restent en retard par rapport aux hommes préhistoriques. Comment expliquer ces résultats ? Une hypothèse est que nos ancêtres étaient très attentifs aux animaux qu'ils côtoyaient. De fait, ils les chassaient, ce que ne font plus les artistes modernes. Dommage pour le réalisme ! ■

G. Horvath et al., *Cavemen were better at depicting quadruped walking than modern artists : erroneous walking illustrations in the fine arts from prehistory to today*, *PLoS ONE*, vol. 7, e49786, 2012.



IDÉES DE PHYSIQUE

Les ronds de fumée

Les tourbillons annulaires sont d'étonnantes formes d'écoulement, que l'on rencontre assez souvent. Relativement stables, ils se transportent sur de grandes distances.

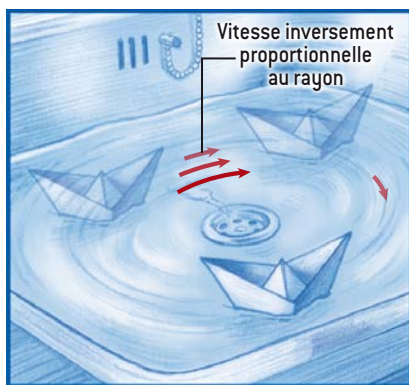
Jean-Michel COURTY et Édouard KIERLIK

Un jet de fumée que l'on souffle dans l'air se disperse rapidement sous l'effet des turbulences. En revanche, un rond de fumée peut persister sur une grande distance sans trop se déformer [voir la figure 2]. Un tel écoulement de fluide n'est pas exceptionnel : on en voit aux sommets des volcans, les poulpes en créent lorsqu'ils expulsent de l'eau pour se propulser et, à chaque battement de cœur, le sang qui entre dans le ventricule gauche forme un tourbillon annulaire. Comment se forment ces structures et pourquoi sont-elles si stables ?

Un cœur de fluide en rotation sur lui-même

Les ronds de fumée font partie d'une catégorie d'écoulements nommés vortex, caractérisés par la présence d'un « filament » central de fluide en rotation rapide et entouré d'un tourbillon. Le plus simple et le plus connu est le tourbillon droit ; par exemple, celui des tornades ou du fond de notre baignoire lorsqu'elle se vide. Dans cet écoulement, la vitesse du fluide augmente à mesure que l'on s'approche du cœur (sans l'atteindre). Plus précisément, elle est inversement proportionnelle à la distance à l'axe du tourbillon.

Cette relation est liée à une propriété importante : un petit objet placé hors du cœur est entraîné par le fluide sur une tra-



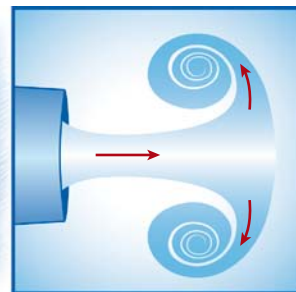
1. DANS UN TOURBILLON, SEUL LE CŒUR, tout près de l'axe, est le siège d'une rotation du liquide sur lui-même. En dehors du cœur, le liquide effectue un mouvement circulaire, mais sans rotation intrinsèque. C'est pourquoi le petit bateau garde la même orientation en suivant sa trajectoire circulaire.

jectoire circulaire, mais il ne tourne pas sur lui-même [voir la figure 1]. Il conserve son orientation, au contraire du mouvement « en bloc » d'une nacelle dans un manège. La rotation du fluide sur lui-même n'a lieu qu'au cœur du tourbillon.

Cette propriété est due au fait qu'il est difficile de changer l'état de rotation d'un fluide. Une fois que vous avez mis votre thé ou votre café en rotation dans votre tasse, le liquide effectue un grand nombre de tours avant de s'immobiliser. Pourquoi ? Parce qu'à notre échelle, on peut le considérer comme un fluide très peu visqueux. Or c'est la viscosité (ou le frottement) qui permet de mettre un objet en rotation ou de le freiner. Pour faire tourner un bouchon ou une toupie, on applique avec nos doigts un couple, c'est-à-dire un ensemble de deux forces égales en



2. UN CANON À RONDS DE FUMÉE. L'intérieur du canon est préalablement rempli de fumée. À l'arrière du tube, une membrane élastique est tendue par l'opérateur, puis brusquement relâchée. Cela propulse la fumée ; à la sortie du canon, un tourbillon de fumée en forme d'anneau se forme (le schéma à droite en représente une section), puis se détache et avance à vitesse constante sur une distance relativement grande sans se déformer.



Dessins de Bruno Vazaro