

ART & SCIENCE

Le cheval impossible

Dans un portrait équestre de Marie-Antoinette, le cheval de la reine est dans une posture invraisemblable qui ne correspond pas à la réalité. En outre, certains traits anatomiques ont été délibérément exagérés.

Loïc MANGIN

Des peintures rupestres de la grotte de Lascaux jusqu'à de nombreux tableaux de Vasily Kandinsky, le cheval est un sujet de prédilection pour les peintres. Ainsi, même en se restreignant à la période dite classique, de la fin du XVI^e au début du XIX^e siècle, le nombre de portraits équestres est saisissant. Citons-en quelques-uns parmi les plus célèbres : *Saint Georges terrassant le dragon* (Raphaël, 1504) ; le *Portrait équestre du Comte-Duc d'Olivares* (Diego Velasquez, 1634) ; *Bonaparte franchissant le Grand-Saint-Bernard* (Jacques-Louis David, 1800) ; *Officier de chasseurs à cheval de la garde impériale chargeant* (Théodore Géricault, 1812)...

Sur la plupart de ces tableaux, et c'est particulièrement vrai de ceux peints aux XVII^e et XVIII^e siècles, toutes les représentations des chevaux sont fausses ! Pour l'expliquer, intéressons-nous au *Portrait équestre de la reine Marie-Antoinette*, peint par Louis-Auguste Brun en 1783 et conservé au château de Versailles (voir page ci-contre). Dans *Beautés intérieures*, publié à l'occasion de l'exposition *Beauté animale*, au Grand Palais, à Paris, l'œuvre est présentée par Christophe Degueurce, professeur d'anatomie à l'École vétérinaire d'Alfort.

La monture de la reine est montrée dans une sorte de cabré, où les membres sont symétriquement disposés, les deux postérieurs au sol et les deux antérieurs dans les airs. Le cheval s'élance au galop. Or cette allure est en réalité complètement asymétrique. À la fin du XIX^e siècle, les premières

photographies et expérimentations cinématographiques, notamment celles de Eadweard Muybridge (1830-1904), ont décrypté les enchaînements, trop rapides pour notre rétine, du galop. Il se décompose de la façon suivante : pose au sol d'un postérieur ; pose de l'autre postérieur et de l'antérieur diagonalement opposé ; pose de l'autre antérieur ; phase de suspension où aucun membre ne touche le sol. Dans cette dernière étape, les quatre membres sont rassemblés sous le corps et non pas en

Les oreilles des chevaux étaient taillées de façon à augmenter le côté racé de l'animal.

extension, une posture erronée que l'on retrouve dans certains tableaux, tel le *Derby de 1821, à Epson*, de Géricault, où les chevaux volent « ventre à terre. »

La position du cheval de Marie-Antoinette, cabré avec projection en avant des membres antérieurs, est typique des tableaux des XVII^e et XVIII^e siècles. L'autre attitude souvent représentée est un trot très relevé, où les membres montent plus haut que naturellement.

Une autre transgression du peintre à la réalité concerne la conformation et les proportions du cheval : la tête et en particulier les oreilles sont très petites, les sabots sont un peu trop volumineux, l'œil est dilaté et,

enfin, les muscles sont particulièrement développés et saillants. Ces éléments sont un choix délibéré de l'artiste qui « transforme » l'animal pour souligner les caractères de beauté en vigueur à l'époque. Le cheval représenté est une construction, l'abstraction d'un idéal.

Aux XVII^e et XVIII^e siècles, les chevaux sont organisés selon une hiérarchie sociale. L'aristocratie plébiscite des animaux importés d'Afrique du Nord ou de Turquie, tel le cheval barbe, ainsi que ceux d'Espagne, notamment le genet, à petite tête, aux muscles saillants et au crin long et ondulé. C'est le type du cheval de Marie-Antoinette.

Les petites oreilles étaient signe de qualité, et celles des chevaux issus des campagnes françaises (Limousin, Normandie...) étaient souvent taillées afin de conférer aux animaux un air plus vif. Peintres et sculpteurs accentuaient cette petitesse et, pour la même raison – donner du caractère à la représentation –, soulignaient les veines autour du nez, de l'œil et au niveau de l'éperon.

Dernière observation étonnante, Marie-Antoinette, en costume de chasse, est figurée dans une attitude résolument moderne. Sur le cheval harnaché aux couleurs des gardes-nobles hongrois à la cour d'Autriche (son pays d'origine), elle ne monte pas en amazone, mais à la façon d'un homme. ■

Ch. Degueurce et H. Delalex, *Beautés intérieures. L'animal à corps ouvert*, RMN, 2012. Exposition *Beauté animale*, aux Galeries nationales du Grand Palais, du 21 mars au 16 juillet 2012.



 EN IMAGES

Un géant endormi : le volcan du mont Paektu

La tranquillité des eaux du lac cache un regain d'activité volcanique. La menace d'une éruption a suscité une collaboration inhabituelle entre scientifiques chinois et coréens.

Sid Perkins



La sérénité des eaux du lac Céleste, l'une des grandes attractions touristiques du Nord-Ouest de l'Asie, est trompeuse. Ce lac emplit le cratère d'un des plus dangereux volcans de la région – au sommet du mont nommé Changbai par les Chinois et Paektu par les Coréens. Ce volcan qui culmine à 2 744 mètres, à la frontière entre la Chine et la Corée du Nord, a connu sa dernière éruption en 1903. Mais depuis quelques années, il montre des signes de réveil.

Le lac est la source de trois rivières qui, en cas d'éruption, pourraient canaliser des lahars, coulées dévastatrices mêlant

cendres brûlantes, boue et eau, et ayant la consistance d'un ciment humide. Une éruption pourrait envoyer de telles coulées dévaler les pentes du volcan, ce qui menacerait des centaines de milliers de personnes.

Le séisme majeur et le tsunami qui ont frappé le Japon en mars 2011 ont incité les scientifiques de la région à agir. En août 2011, des équipes de géologues chinois, nord-coréens et sud-coréens ont, dans le cadre d'une inhabituelle collaboration, réalisé des études de terrain sur le volcan. En examinant les données recueillies par le réseau de sismomètres installé en 1999 sur le côté chinois du mont et par les balises de géolocalisation pla-

cées sur les pentes du volcan, les chercheurs ont détecté une série de tremblements de terre superficiels ainsi qu'une élévation progressive du sommet depuis 2002. Les géologues l'attribuent à l'arrivée de magma dans la chambre située sous le volcan. Ce magma proviendrait des profondeurs du manteau terrestre, ce qui rendrait une éruption plus probable.

Selon le géologue Sung-hyo Yun, de l'Université nationale de Pusan en Corée du Sud, il existe des signes clairs d'une éruption prochaine. Des experts chinois la prévoient même pour 2014 ou 2015.

Sid PERKINS est journaliste scientifique à Crossville, dans le Tennessee (États-Unis).



IDÉES DE PHYSIQUE

Les dégagements du ballon rond

Lors d'un tir de dégagement par le gardien de but, le ballon de football ne suit pas une trajectoire parabolique et ne va pas très loin. Pourquoi ?

Jean-Michel COURTY et Édouard KIERLIK

Voici revenu le temps du championnat d'Europe de football, avec son cortège de passes décisives, de reprises de volée et de coups francs somptueux... Mais regardons un aspect moins spectaculaire du jeu : le dégagement du gardien de but. Si ce dernier parvient régulièrement à envoyer le ballon au-delà de la ligne du milieu de terrain, il n'atteint jamais le but adverse par un coup direct. Pratique sportive ou impossibilité physique ? Pour répondre à cette question, intéressons-nous à la trajectoire réelle du ballon et à sa portée maximale.

En vol, le ballon est soumis à deux forces : son poids et la force exercée par l'air. Le poids du ballon, pour une masse de 450 grammes, est de 4,4 newtons et dirigé vers le bas. La force aérodynamique est plus complexe.

Cette force est composée d'une force de traînée, de sens opposé à la vitesse du ballon, et d'une force perpendiculaire, qui dépend de la rotation du ballon sur lui-même, des aspérités de sa surface, etc. On laissera ici de côté cette force latérale, qui explique les coups francs légendaires de Michel Platini ou de Roberto Carlos, mais qui a peu d'effets pour les coups de pied ordinaires.

Les forces en action : le poids et la traînée

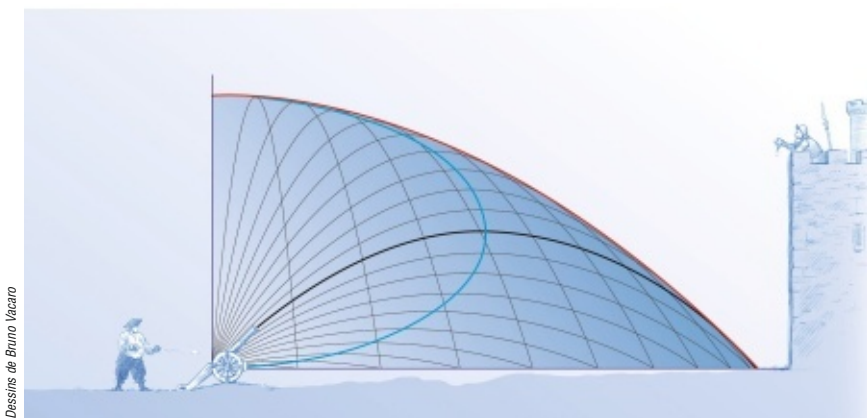
Par ailleurs, aux vitesses où vole le ballon (quelques mètres à dizaines de mètres par seconde), la traînée est proportionnelle au carré de la vitesse. Toutefois, en raison d'un changement de nature de la turbulence de l'air autour du projectile, le

coefficient de proportionnalité chute de plus d'un facteur trois quand la vitesse passe de 10 à 15 mètres par seconde. Ainsi, pour une vitesse de 10 mètres par seconde, la traînée vaut environ 1,1 newton, soit un quart du poids du ballon ; pour 20 mètres par seconde, elle a à peine augmenté, à 1,5 newton. La traînée ne devient égale au poids que pour une vitesse d'un peu plus de 30 mètres par seconde.

Cette vitesse est inférieure aux records enregistrés (plus de 50 mètres par seconde !). Cependant, dans les conditions normales de jeu, la traînée est inférieure au poids. Négligeons-la dans un premier temps. Dans ce cas, le mouvement du ballon est régi par la seule action du poids. Il s'ensuit une vitesse horizontale constante et un mouvement vertical uniformément accéléré vers le bas. La trajectoire, comme l'avait déjà deviné Galilée, est alors une parabole (voir la figure 1).

La distance atteinte par le ballon, la portée, se détermine aisément. La montée du ballon dure jusqu'à ce que sa vitesse verticale s'annule ; le temps de montée est donc égal au rapport entre la vitesse verticale initiale et l'accélération de la pesanteur. Puisque la descente dure autant, le temps de vol est le double du temps de montée.

La distance parcourue est le produit du temps de vol par la vitesse horizontale. Par conséquent, la portée est le double du produit des vitesses initiales horizontale et verticale divisé par l'accélération de la pesanteur. Pour une vitesse initiale donnée (en norme), elle est maximale quand vitesse horizontale et vitesse verticale sont égales, c'est-à-dire quand le ballon est tiré avec un angle de 45 degrés.



Dessins de Bruno Vacaro

1. SI LA FORCE EXERCÉE PAR L'AIR EST NÉGLIGEABLE, un projectile en chute libre suit une trajectoire parabolique. Pour une vitesse initiale donnée, la parabole diffère selon l'angle de tir (traits noirs fins). La portée maximale est obtenue pour un tir à 45 degrés (trait épais). Les sommets des paraboles dessinent un morceau d'ellipse (en bleu). L'ensemble des trajectoires pour les différents angles de tir délimite une « parabole de sûreté » (en rouge) : tous les points situés au-delà de cette dernière sont hors d'atteinte du projectile.