

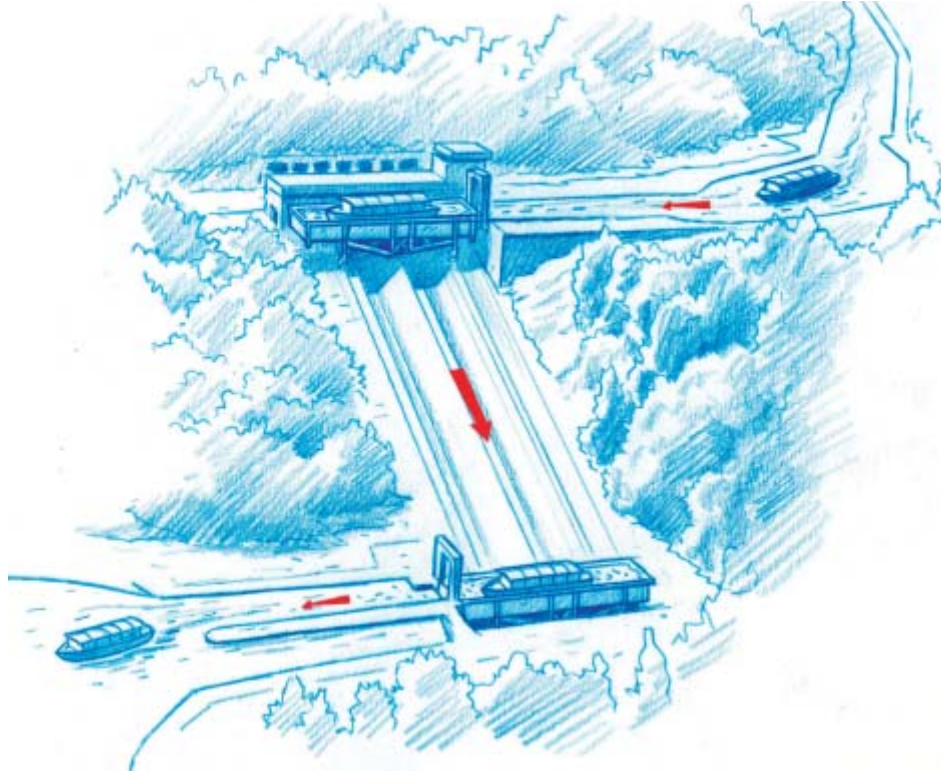
à l'entraînement dans une piscine contiennent donc à distinguer le haut du bas. Dans l'espace, au contraire, il n'y a plus ni haut ni bas.

La possibilité de modifier le poids apparent dans l'eau est essentielle dans un sous-marin. Pour le faire remonter à la surface ou le faire plonger, les sous-mariniers contrôlent l'intensité du poids apparent de leur bâtiment en vidant ou remplissant les réservoirs de plongée (les ballasts), qui se trouvent entre la coque intérieure et la coque extérieure du bâtiment. Le sous-marin français *Le Triomphant*, par exemple (138 mètres de longueur), déplace 14 300 tonnes d'eau en plongée. Pour le faire remonter à la surface, il faut évacuer plus de 1 700 tonnes de l'eau contenue dans les ballasts et les remplacer par de l'air. Quand la masse du *Le Triomphant* diminue de cette quantité, la poussée d'Archimède qu'il subit excède son poids. Le sous-marin devient alors... un bateau.

UN ASCENSEUR À BATEAUX

Bien que les navires modernes aient une structure en métal, bien plus dense que l'eau, leur densité moyenne est faible, car ils contiennent de l'air dans leurs cales. Le niveau de flottaison de ces bateaux d'acier varie en fonction de leurs charges. Ceci pose des difficultés de stabilité aux cargos, souvent instables à vide. Trop hauts sur l'eau, ils offrent une grande prise au vent et aux vagues ; sur certains navires, il arrive même que l'hélice sorte de l'eau ! Les marins rétablissent la stabilité de leur bâtiment en lestant les cales avec de l'eau. Ils en introduisent parfois jusqu'à 80 000 tonnes ! Nommée «ballastage», cette opération est nécessaire quasiment à chaque voyage. Il arrive ainsi qu'un cargo plein doive transporter 40 pour cent de sa charge non marchande sous la forme d'eau de ballast. Une proportion qui augmente si le mauvais temps impose une meilleure stabilité. Le ballastage a de nombreux inconvénients pour l'environnement : au cours de la vidange des cales, les déchets et les restes de produits chimiques qu'elles contenaient, voire des hydrocarbures, sont rejetés à la mer de façon incontrôlée. De surcroît, l'eau de ballast transporte des espèces marines. Lors d'une vidange, une espèce étrangère, provenant d'un autre océan, risque d'être rejetée à la mer. Des algues tropicales, par exemple, risquent de proliférer au détriment d'espèces locales.

La ligne de flottaison d'un navire dépend aussi de la densité et de la température de l'eau. Ainsi, même si la mer



Le «plan incliné» est un ascenseur à bateaux situé à Saint-Louis-Arzviller en Lorraine. Unique en son genre en Europe, il remplace à lui seul 17 écluses. Un bassin a été conçu pour contenir 900 tonnes d'eau. Des moteurs et des contrepoids le font descendre ou monter sur le plan incliné. Quand un bateau pénètre dans le bassin mobile, il chasse une masse d'eau équivalente au poids du volume immergé, de sorte que la masse du bassin mobile reste constante. Une péniche descend ou monte ainsi 44 mètres en quatre minutes.

Noire et la mer Méditerranée sont connectées, leurs salinités sont différentes. Tandis qu'un litre d'eau de la Méditerranée contient 38 grammes de sel, le même volume d'eau de la mer Noire n'en contient que 18 grammes. À température égale (à 20 °C, par exemple), cette différence de salinité fait varier la poussée d'Archimède de 1,5 pour cent. Quand un navire quitte la Méditerranée et pénètre en mer Noire, il s'enfonce jusqu'à ce que son volume immergé ait augmenté de 1,5 pour cent. Si, poursuivant sa route, il remonte le Danube, son volume immergé augmente encore de 1,5 pour cent. En fonction de la charge du navire et de son tirant d'eau, une telle variation risque d'être problématique. C'est pourquoi des règles internationales imposent que les niveaux de flottaison en eau douce ou en mer figurent clairement sur les flancs des navires.

Si elle fait flotter les bateaux, la poussée d'Archimède sert aussi à les soulever. Cette application est mise en œuvre dans le «plan incliné», l'ascenseur à bateaux de Saint-Louis-Arzviller en Lorraine. Dans cette installation, les péniches sont non seulement soulevées, mais les écluses qui les contiennent également ! Quand le «bassin» est en position haute, l'une de ses extrémités s'ouvre pour permettre au bateau d'entrer. La péniche pénètre dans l'écluse transportable, et une quantité d'eau correspondant au volume qu'elle

déplace quitte le bassin vers le canal. Or, d'après la loi d'Archimède, le poids de cette eau sortante équivaut au poids du volume immergé. Ainsi, l'écluse mobile pèse 900 tonnes, qu'elle contienne ou non un bateau ! Grâce à cette régulation automatique du poids de l'écluse, les moteurs et les contrepoids ont été dimensionnés une fois pour toutes, c'est-à-dire pour tous les bateaux. Couchées sur le plan incliné à 22 degrés de l'ascenseur, deux masses de 450 tonnes contrebalancent le poids de l'écluse mobile. Comme dans un ascenseur classique, elles glissent vers le haut ou vers le bas au bout de leurs câbles en fonction du mouvement nécessaire. À la montée, les moteurs n'ont qu'à vaincre les forces de frottement. À la descente, ils ne servent qu'à contrôler un mouvement naturel dû à un léger excès d'eau que l'on a introduit dans le bassin. En quatre minutes, le plan incliné transporte ainsi une péniche sur un dénivelé de 44 mètres.

Roland LEHOUCQ est astrophysicien au Service d'astrophysique du CEA. Jean-Michel COURTY, chargé de recherche au CNRS, travaille au Laboratoire Kastler-Brossel (CNRS, ENS).

La mécanique, exposé historique et critique de son développement, Ernst Mach, A. Hermann, 1904, réédition J. Gabay 1987.

Linguistique

Des singes et des hommes

Francis Kaplan.
Éditions Le Pommier, 2001
(320 pages, 130 francs).

La publication du génome humain vient de donner une mesure de la proximité de l'homme et de l'animal : l'homme a 30 000 gènes et le ver *Caenorhabditis elegans* 20 000. L'écart avec les grands mammifères est encore plus réduit. La différence génétique entre l'homme et les primates, très faible, justifie que l'on se pose la question des ressemblances de comportement, puisque la question de la ressemblance physique ne se pose pas.

De nombreuses anecdotes illustrent les capacités affectives et cognitives d'espèces aussi variées que la baleine et la fourmi. Les études éthologiques en montrent d'autres. Sans nier les différences entre l'homme et l'animal, les faits qui témoignent de leur ressemblance s'accumulent. Bien sûr, le langage reste l'une des différences les plus évidentes qui distingue l'homme de l'animal. Mais si l'on remplace l'assertion *Les animaux parlent* par *Les animaux communiquent*, il ne fait plus aucun doute que de nombreuses espèces d'animaux sont concernées. Récemment, des expériences d'enseignement d'un langage de signes pour sourds-muets à des primates ont montré que ces derniers auraient des facultés linguistiques. Dans cet ouvrage, Francis Kaplan examine à nouveau cette question. Son point de vue est avant tout philosophique : le langage permet des activités intellectuelles supérieures qui vont au-delà des facultés cognitives de base de la communication. Pour F. Kaplan,

la différence entre l'homme et les animaux réside dans la possibilité de rapporter des expériences, de confier des états d'âme ou d'avoir des comportements esthétiques et moraux. Par contraste, on signalera une autre discussion sur la même question, publiée par Jean Adolphe Rondal (*Le langage : de l'animal aux origines du langage humain*. Éditions Pierre Mardaga, 2000). Cet auteur, psycholinguiste, décrit les expériences d'enseignement du langage et leurs interprétations, dans le but d'aborder une autre question : la genèse de la langue chez l'homme.

Dans toutes ces discussions, le langage des animaux se mesure à celui de l'homme. Cette évaluation s'appuie sur les connaissances dont on dispose sur le langage humain, qui sont encore bien minces : les ouvrages de linguistique sont presque tous des ouvrages philosophiques, spéculatifs et donc tous controversés. Les deux auteurs se fondent sur de tels débats, et leurs argumentations et leurs conclusions apparaissent bien abstraites. Or, l'une des caractéristiques des langues humaines est leur immense «taille», ce qu'aucune théorie ne prend en compte. La taille des dictionnaires donne une idée de la variété et du nombre des mots d'une langue. Le vocabulaire maîtrisé par une personne éduquée est évalué à 50 000 mots simples et composés. Un ordinateur puissant devrait passer des heures pour analyser une phrase courante, ce qui laisse imaginer la complexité des assemblages de mots. Or, dans les expériences les plus avancées sur les chimpanzés, le vocabulaire enseigné à Sarah par l'Américain David Premack ne dépasse pas la trentaine d'éléments. Washoe aurait appris une bonne centaine de signes ASL (*l'American Sign Language* des sourds-muets).

Certes, les animaux possèdent une mémoire remarquable. Toutefois, la mémoire linguistique me semble être d'une nature spécifique. L'enfant ou l'adulte

qui mémorise le vocabulaire et les constructions de sa langue le fait inconsciemment, sans aucun effort. Cette acquisition n'a rien à voir avec les exercices scolaires de mémorisation de dates historiques ou des départements français. D'ailleurs, la taille de telles listes est négligeable par rapport à celle du vocabulaire d'une grande personne. Cette mémoire spécifique distingue l'homme des animaux. La taille de la langue me semble être le facteur essentiel de la distinction entre l'homme et les animaux. Les conséquences sont multiples. En particulier, le besoin de conserver et de transmettre cette mémoire conduit à l'invention de l'écriture, le plus puissant moyen de conservation de la mémoire humaine. Les capacités supérieures de l'homme, qu'elles soient scientifiques, morales ou autres, découlent de la conservation des expériences des générations successives. La science et la technique proviennent de l'accumulation de connaissances. Il en va de même pour l'organisation politique et sociale de l'homme, même si l'expérience lui en a moins appris dans ces domaines.

Sans écriture, les animaux ne peuvent pas développer de telles organisations, du moins au même degré. J'accepte pourtant l'interprétation optimiste selon laquelle la disposition de carrés en plastique, illustrés de symboles, constitue une écriture et que les chimpanzés pourraient être capables de s'en servir pour communiquer. Je suis aussi persuadé que les animaux sont capables de transmettre des connaissances qu'ils ont élaborées. Georges Millot, vétérinaire à Carignan (Ardennes), m'en a convaincu. À l'occasion d'une panique alimentaire, les Italiens ont cessé d'acheter des veaux à la France. Les éleveurs français, obligés de stocker leurs animaux, les sortaient de leurs batteries et les emmenaient aux champs. Mon ami vétérinaire était alors appelé pour des empoisonnements de veaux. Il en détermina la cause : les veaux avaient brouté de la digitale. Il se souvint alors que, lorsque les veaux étaient élevés avec leur mère et qu'un veau s'approchait de la dangereuse digitale, la mère accourait et lui donnait des coups de tête pour l'en éloigner. D'autres comportements, où une mère protège ses petits de prédateurs, mettent en jeu une mémorisation et une transmission d'expériences. Je pense que ces comportements ne se distinguent des activités supérieures de l'homme que par des facteurs d'échelle. L'ampleur de la différence me semble être la conséquence directe de l'énorme capacité linguistique de l'homme, et pas tellement de sa particularité.

Maurice GROSS, Laboratoire
d'automatique documentaire
et linguistique
(Université de Marne-la-Vallée).



Gerry Ellis. ENP Images

Communication, apprentissage et organisation : qu'est-ce qui distingue au fond l'homme du singe ?