



Les thons et les requins sont d'excellents nageurs, à tel point qu'il leur arrive de traverser des océans. Pour nager vite et loin, ils «godillent», c'est-à-dire qu'ils tordent leurs nageoires caudales de façon à augmenter la portance (la force hydrodynamique motrice) qui s'y applique.

La godille a de multiples avantages sur l'aviron : la continuité de son mouvement lui confère une grande souplesse ; en outre, elle est mieux adaptée au déplacement de lourdes charges. Pour nous en convaincre, supposons qu'un marinier essaye successivement de déplacer une barge, en appuyant sur le fond avec une perche, en ramant ou en godillant. Dans le premier cas, la perche s'appuie sur le fond sans glisser : tout le travail du marinier est alors utilisé pour propulser l'esquif, mais la profondeur ne peut être trop grande. Lorsqu'il rame, la traînée de la pelle est la force propulsive. Comme la pelle se déplace par rapport à l'eau (elle «glisse»), une puissance non négligeable est dissipée inutilement (frottements, tourbillons). Quand le matelot godille, la force propulsive n'est pas la traînée, mais la portance, approximativement perpendiculaire au mouvement de la rame ; elle travaille peu à ralentir la godille puisque le travail d'une force perpendiculaire au mouvement est nul. Seule source de perte d'énergie, la traînée sur la godille est environ dix fois plus faible que la portance qui s'y applique. Ainsi, à force propulsive et vitesse de rame égales, le marinier dissipe dix fois moins d'énergie dans l'eau quand il godille que quand il rame.

LA GODILLE EST PLUS EFFICACE

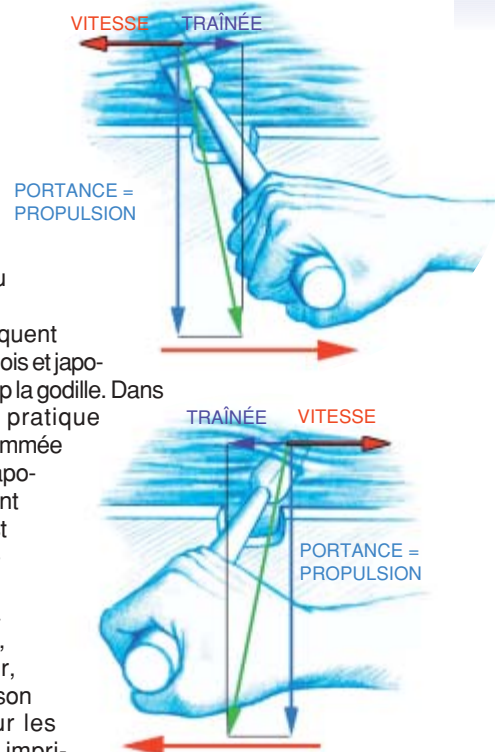
De plus, contrairement à la rame, la godille augmente en efficacité avec la vitesse. Prenons l'exemple d'une godille de dix centimètres de large et de un mètre de long (partie immergée). Déplacée de un mètre par seconde, le bateau étant à l'arrêt, elle engendre une force propulsive d'environ 40 newtons (4 kilogrammes-forces). Si le matelot continue son mouvement à l'identique quand le bateau est lancé à un mètre par seconde, la vitesse relative de la rame par rapport à l'eau est d'environ 1,4 mètre par seconde (la longueur de l'hypoténuse du triangle isocèle rectangle formé par les deux vitesses de un mètre par seconde) et orientée à 45° par rapport à la direction du bateau. Comme la portance est proportionnelle au carré de la vitesse de la rame par rapport à l'eau, elle est donc deux fois plus importante que précédemment.



La godille est une technique pour propulser une embarcation avec une seule rame dont l'extrémité trace dans l'eau des zigzag.

Bien que cette force ne soit plus dirigée vers l'avant, sa composante dans le sens du mouvement reste supérieure de 40 pour cent à la force obtenue lorsque le bateau est au repos.

Ces avantages expliquent pourquoi les mariniers chinois et japonais employaient beaucoup la godille. Dans ces deux pays, elle se pratique avec une rame spéciale nommée *yuloh* en chinois et *ro* en japonais. Longue et légèrement recourbée, cette rame est placée presque à l'horizontale sur le plat-bord de la poupe. Une corde la maintient à son extrémité, de sorte que le rameur, n'ayant pas à maintenir son *yuloh*, se concentre sur les efforts à fournir pour lui imprimer un va-et-vient. Il modifie aussi l'orientation de la rame avant chaque retour. Un marinier chinois habile déplace un sampan de six mètres de long à cinq kilomètres par heure!



Mouvement aller-retour de la godille et forces mises en jeu.

LES POISSONS HAUTURIERS GODILLEN

Les meilleurs nageurs des mers emploient aussi la godille. Poissons et cétacés possèdent un corps massif emmanché d'une mince queue terminée par une large nageoire. Verticale chez les requins et les thons, la nageoire caudale est horizontale chez les dauphins et les baleines. En forme d'aile, sa dimension perpendiculaire au corps est supérieure à sa profondeur et sa surface effilée maximise la portance. Elle est aussi très souple, ce qui permet aux poissons, comme aux cétacés, de la tordre fortement pour optimiser la portance qu'elle engendre. Ce mode de propulsion est si efficace que certains thons atteignent et maintiennent des vitesses supérieures à 80 kilomètres par heure. Quant aux requins, nombre d'entre eux vivent de thon...

M. SFAKIOTAKIS, D. M. LANE et J.C. DAVIES, *Review of fish swimming modes for aquatic locomotion*, IEEE journal of oceanic engineering, vol. 24, p. 237, 1999.

S.F. MANNING, *How to scull a boat*. Wooden Boat, 1991.

Science et littérature

Primo Levi, le double lien : Science et Littérature

sous la direction de W. Geerts et J. Samuel. Éditions Ramsay, Paris, 2002 (326 pages, 21 euros).

Primo Levi est né en 1919 à Turin. Il y soutient une thèse de docteur en chimie en 1941. En 1943, après avoir rejoint un groupe de partisans, il est arrêté par la police fasciste italienne. Juif, il est livré aux Allemands et déporté à Auschwitz. Il sera libéré en janvier 1945 par les Soviétiques. Levi s'est suicidé en 1987.

Dès son retour à Turin, il rédige *Si c'est un homme*, un des sommets de la littérature sur l'univers concentrationnaire nazi. Le livre paraît en 1947 dans l'indifférence quasi générale ; il faudra attendre une réédition en 1958 pour que le livre et son auteur commencent à trouver un public. Le style de Levi, que l'on retrouve dans ses autres œuvres, est fait de précision, de concision, de refus de tout lyrisme et de toute véhémence. Ce style, Levi affirmera l'avoir acquis dans les laboratoires de chimie.

En 1975, il peut abandonner son activité de chimiste – la direction d'une petite usine de peintures et de vernis – et se consacrer entièrement à l'écriture. Il a

laissé une œuvre importante, au premier plan de laquelle figurent *Si c'est un homme* et *La trêve* parmi les œuvres «concentrationnaires», une autobiographie «chimique» intitulée *Le système périodique* – que Saul Bellow, prix Nobel de littérature américain qualifia, à sa parution, de «chef-d'œuvre» – un roman «technologique», *La clef à molette*, des récits de fiction et de science-fiction et de nombreux recueils d'essais. En France, le succès est venu lentement, mais depuis la mort de Levi, son audience ne cesse de croître, comme le montrent la diffusion de ses ouvrages, et le nombre d'articles et d'études qui lui ont été consacrés.

En novembre 1999, un colloque s'est tenu à Strasbourg, dont ce livre présente les actes. Son thème est ainsi présenté dans l'avant-propos : «Toute son œuvre à partir de *Si c'est un homme* est traversée par cette polarité : la possibilité du mal absolu et l'infini potentiel humain que représente, éminemment, la science. Sa position de témoin d'Auschwitz, ses qualifications scientifiques et son invention littéraire font de lui un cas unique sur lequel il est urgent de faire le point.»

Les 14 interventions faites au colloque ont été organisées autour de trois thèmes : «Témoignages et véracité», «Science, texte et langage», et «Science, philosophie et vision du monde». Une table ronde et une discussion ont clos le colloque.

Pierre-Gilles de Gennes et Jean-Marie Lehn ont participé au colloque de Strasbourg. Dans son intervention «Primo Levi et les métiers de la science», P.-G. de Gennes a rapproché des épisodes du *Système périodique*, des passages de *La clef à molette*, et sa propre expérience pour montrer les résonances profondes que l'œuvre de Levi peut susciter chez les physiciens et les chimistes d'aujourd'hui. Levi fait partie de ce que très joliment P.-G. de Gennes nomme son «cercle des amis de l'au-delà», des amis qu'il n'a pas connus, qu'il aurait aimé connaître et dont il se sent extraordinairement proche. Dans ce cercle restreint, Levi voisine avec Jules Michelet, l'«historien de passion», le physicien américain Richard Feynman et Jean Giono, le «conteur des Alpes du Sud» où P.-G. de Gennes a grandi pendant la guerre.

J.-M. Lehn n'a pas présenté d'intervention, mais sa participation à la discussion qui a clos le colloque a été très importante. Lui aussi part du *Système périodique* ; il montre la façon dont il s'intègre à la chimie, science de transformation de la matière dans ses manifestations au niveau de l'atome, particule ultime du chimiste.

J.-M. Lehn revient, pour l'approuver, sur le bel «éloge de l'impureté» en chi-

mie que Levi a écrit à propos du zinc. Il a des phrases stimulantes sur la place de l'homme dans l'évolution, l'apparition de la vie et l'apparition de la pensée, sur la responsabilité que nous avons de léguer aux générations à venir «toutes les possibilités qui existent».

Je recommande ce livre aux lecteurs de Levi... et à tous ceux qui ne l'ont encore jamais lu. Les premiers y trouveront un matériau dense pour alimenter les réflexions de leurs lectures, et les seconds des raisons, j'en suis sûr, convaincantes, pour aborder son œuvre.

Georges BRAM,
Université de Paris-Sud (Orsay)

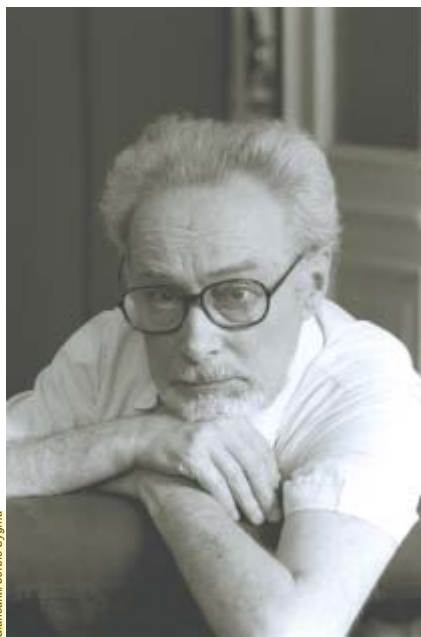
Paléontologie

Les requins sont-ils des fossiles vivants?

Gilles Cuny, EDP-Sciences, collection Bulles de Science, 2002 (205 pages, 18 euros).

Dans cet ouvrage agréablement illustré par Alain Bénéteau, Gilles Cuny retrace 430 millions d'années d'histoire naturelle des chondrichthyens, les «poissons cartilagineux», requins, raies et chimères. On ne peut qu'être fasciné par les détails de la vie sexuelle des chondrichthyens du Carbonifère ou par les cas de cannibalisme intra-utérin chez le requin-taureau actuel (*Carcharias taurus*). On apprendra à ne pas confondre le poisson-scie (*Pristis pristis*), qui est une raie, et les requins-scies, qui constituent deux familles de requins (les sclérorhynchidés et les pristiphoriformes) distinctes dont la «scie» dentée est apparue indépendamment. On découvrira les invraisemblables eugénéodontiformes du Paléozoïque, tel *Helicoprion*, muni d'une étonnante «scie circulaire» à l'avant de sa gueule. Les ancêtres des requins actuels (les néosélaciens) sont apparus au Trias, les premiers représentants des ordres actuels au Jurassique et au Crétacé seulement et ne peuvent donc guère être considérés comme des «fossiles vivants» ; leur remarquable similitude avec les formes plus anciennes comme *Cladoselache* du Dévonien n'est due qu'à une convergence morphologique superficielle.

Apparus voici 430 millions d'années, les requins illustrent à merveille les vicissitudes de l'histoire de la vie depuis le milieu du Paléozoïque. Ainsi le groupe connaît-il un développement spectaculaire



Giansanti/Corbis Sygma

Primo Levi (1919-1987).