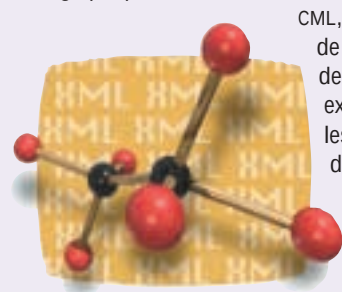


Les nouveaux langages des sciences

Gâce à XML, les scientifiques échangent plus facilement des théories, des calculs et des résultats expérimentaux. Depuis longtemps, les mathématiciens étaient frustrés par l'inaptitude des navigateurs à afficher les expressions mathématiques autrement que sous forme d'images. Le langage MathML, opérationnel depuis le printemps 1999, leur permet de couper des équations dans les pages Internet et de les coller directement dans leurs logiciels de calcul formel, en vue de les utiliser pour des calculs ou pour des graphiques.

Les chimistes vont plus loin encore : ils ont mis au point de nouveaux navigateurs pour leur langage CML (*Chemical Markup Language*), fondé sur XML, qui donne des représentations graphiques de la structure moléculaire des composés décrits dans les pages Internet.



CML, de même que le langage de l'astronomie, en cours de mise au point, aide les chercheurs à explorer rapidement une multitude de citations de revues pour en extraire les articles correspondant à leur sujet d'étude : les astronomes, par exemple, peuvent rentrer les coordonnées célestes d'une galaxie, afin de récupérer une liste d'images, d'articles et de données instrumentales sur l'objet en question.

XML sera utile pour la réalisation d'expériences aussi bien que pour l'analyse de leurs résultats. En 1998, les ingénieurs de la NASA ont entrepris de mettre au point l'AIML (*Astronomical Instrument ML*, soit «langage ML pour les instruments astronomiques»), qui commande le télescope infrarouge SOFIA lors de ses vols stratosphériques à bord d'un Boeing 747. À terme, AIML permettra aux astronomes du monde entier de commander des télescopes et, peut-être même, des satellites, par l'intermédiaire d'un simple logiciel de navigation sur le réseau Internet.

Pendant ce temps, sur Terre, les généticiens utiliseront bientôt BSML (*Biosequence ML*), afin d'échanger et de manipuler les quantités énormes d'information qui résultent des innombrables projets de séquençage du génome. Un navigateur BSML, mis au point et distribué gratuitement par la Société *Visual Genomics*, permet aux chercheurs de fouiller de gigantesques bases de données de code génétique et d'afficher les fragments trouvés sous forme de cartes et de tableaux, bien plus explicites que les suites de lettres habituelles.

Question de style

Les utilisateurs, eux, sont préoccupés de ce que font les programmes, et non de leur description. Ils veulent que les programmes affichent de manière intelligible l'information codée en XML, mais les balises XML ne donnent pas d'indications sur la présentation de l'information sur l'écran ou sur le papier.

Cette caractéristique est d'ailleurs un avantage pour les éditeurs, qui veulent souvent réutiliser le contenu d'un document, c'est-à-dire décliner une publication sous une multitude de formes, imprimées ou électroniques. En balisant le contenu d'un texte pour en décrire son sens, XML autorise cette publication multiple, indépendamment du type de support. Les éditeurs peuvent ensuite appliquer des règles organisées en feuilles de style pour mettre en forme automatiquement le passage sous diverses formes. Le standard pour les feuilles de style XML, en cours de mise au point, est XSL (pour *eXtensible Stylesheet Language*).

Les versions les plus récentes de certains navigateurs Internet peuvent lire un document XML, récupérer la feuille de style appropriée, et l'utiliser pour trier et formater l'information sur l'écran. L'utilisateur ne verra pas la différence entre des informations codées par HTML ou par XML, mais l'accès aux sites XML sera bien plus rapide.

Les malvoyants gagneront beaucoup de cette approche de l'édition, car les feuilles de style leur permettront de présenter un document XML en braille ou sous forme parlée. De même, les pages Internet pourront être lues à voix haute par les ordinateurs de bord des voitures (voir la figure 2).

Un traducteur universel

Bien que le réseau Internet ait été créé par le milieu universitaire et scientifique, c'est l'industrie et le commerce qui, attirés par les potentialités du système, ont suscité son expansion fulgurante. Le commerce électronique s'est imposé, mais les transactions entre entreprises se développent au

moins aussi rapidement. Les industries aimeraient utiliser le réseau pour régler leur production sur les commandes qu'elles enregistrent, mais cet ajustement, qui limiterait les stocks, impose une automatisation des chaînes de production et des communications avec les fournisseurs de matières premières ou de pièces détachées. Or, les interactions de systèmes informatiques sont gênées par l'hétérogénéité des traitements.

Depuis des siècles, les affaires se font par l'échange de documents standardisés : bons de commande, factures, reçus. Ces documents assurent les interactions des parties concernées. Chaque document contient exactement ce que son destinataire a besoin de savoir, et rien de plus. De même, l'échange de documents reste le fondement des transactions commerciales en ligne, mais le langage HTML n'a pas été conçu pour ces échanges. En revanche, XML a été conçu pour l'échange de documents, et nous ne doutons pas que le commerce électronique mondial reposera largement sur la circulation de transactions matérialisées par des millions de documents XML échangés par l'Internet.

Ainsi, le réseau renforcé par XML sera plus rapide, plus convivial et mieux adapté aux affaires. En contrepartie, les concepteurs des sites auront plus de travail. Des bataillons de programmeurs seront nécessaires pour tirer un plein parti des nouveaux langages XML. Bien que les jours des autodidactes du réseau ne soient pas encore comptés, l'espèce est en danger. Les concepteurs de demain devront être versés non seulement dans la production de textes et de graphiques, mais encore dans la construction de systèmes combinant à plusieurs niveaux des arbres de données, des structures de liens hypertexte, des métadonnées et des feuilles de style, qui, ensemble, constituent l'infrastructure robuste du réseau de deuxième génération.

Jon BOSAK, qui travaille pour la Société *Sun Microsystems*, est président du groupe de coordination XML du Consortium W3C. Tim BRAY, fondateur de la Société *Textuality*, est coéditeur de la norme XML 1.0.

Alain MICHARD, *XML : langage et applications*, Eyrolles, 1998.

Des liens pour cet article sont disponibles sur notre site : <http://www.pourlascience.com>

Cônes et toxines

FRÉDÉRIC LE GALL • PHILIPPE FAVREAU • GEORGES RICHARD

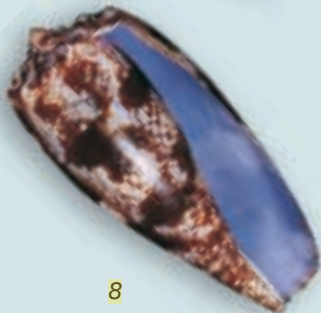
Pour paralyser leurs proies, ces coquillages utilisent des venins qui contiennent d'innombrables toxines dont l'action est très spécifique. Certaines ont été isolées et seraient utilisées comme analgésiques et comme anticonvulsivants chez l'homme.

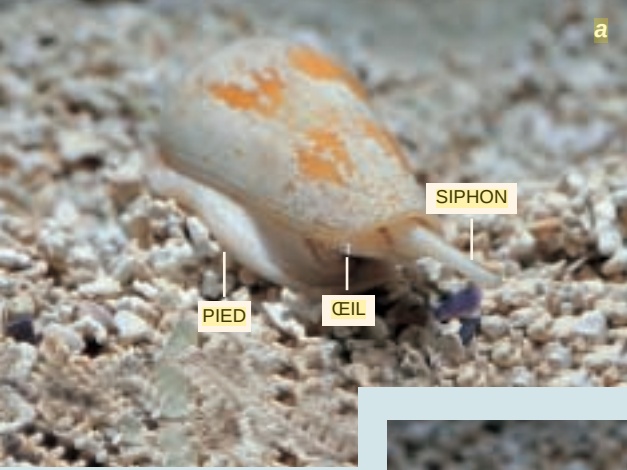
En 1796, lors d'une vente aux enchères, une œuvre du peintre flamand Vermeer, la *Femme en bleu lisant une lettre* est vendue 43 florins. À la même enchère, un spécimen de *Conus cedonulli*, un mollusque marin de cinq centimètres de longueur, est vendu plus de six fois plus cher !

La famille des Conidae suscitait déjà l'enthousiasme chez les collectionneurs et les artistes. Selon le naturaliste Lamarck, «le genre cône est le plus beau, le plus étendu et l'un des plus considérables de la classe des univalves. C'est celui qui renferme les coquilles les plus précieuses et en même temps les plus remarquables, soit par la régularité de leur forme, soit par l'éclat et l'admirable variété de plusieurs d'entre elles. Aussi sont-elles très recherchées des amateurs».

Aujourd'hui, si les collectionneurs sont toujours aussi nombreux, c'est le venin produit par les Conidae, ou cônes, qui intéresse les biologistes et surtout les neurobiologistes. Les toxines contenues dans ces venins, nommées conotoxines, perturbent le fonctionnement du système nerveux ou des muscles. Les cônes utilisent une panoplie de conotoxines qui, agissant en synergie, paralysent les proies.

Ces toxines ont des cibles spécifiques et sont utilisées par les biologistes pour étudier certaines fonctions du système nerveux et pour caractériser de nouveaux types de récepteurs et de canaux ioniques. Leur spécificité d'action physiologique fait de ces toxines des agents utilisables dans le traitement de la douleur et des convulsions, notamment dans les épilepsies.





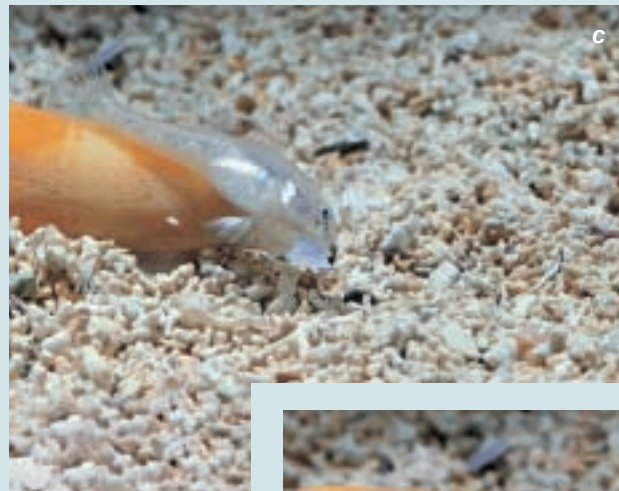
L'appareil venimeux

Les Conidae ont élaboré cette panoplie de conotoxines aux actions spécifiques au cours de leur évolution. Ils appartiennent à une famille de mollusques gastéropodes regroupant tous les cônes. Les premiers cônes sont apparus au début de l'Éocène, il y a un peu moins de 60 millions d'années. Au Lutécien (il y a 40 à 50 millions d'années), la famille commence à se développer, et les espèces fossiles de cette période abondent dans le Bassin parisien et en Normandie. Les premiers cônes piscivores, qui se nourrissent essentiellement de poissons, apparaissent peut-être au cours du Miocène (entre 23 et 5 millions d'années). Aujourd'hui, la famille des Conidae compte plus de 600 espèces, vivant principalement dans les eaux peu profondes de la région Indo-Pacifique, souvent associées aux récifs coralliens. Les cônes sont également présents dans l'Atlantique tropical et le long des côtes africaines de l'Atlantique. Certains cônes ont été récoltés à plusieurs centaines de mètres dans la région néo-calédonienne, lors de campagnes menées par le Muséum national d'histoire naturelle et l'Institut pour la recherche et le développement (IRD).

Les cônes qui vivent en eau peu profonde fréquentent tantôt le substrat corallien mort, tantôt les accumulations détritiques grossières ou les cuvettes sableuses. Dans leur milieu naturel, ils ne laissent apparaître que le siphon inhalant, qui leur sert à respirer et à repérer leurs proies par chimiotactisme et, parfois, située au-dessous et dépassant à l'extrémité de l'animal, la bouche dont l'enveloppe porte les pédoncules oculaires. L'animal rampe à l'aide d'un pied

1. LES CÔNES sont de diverses tailles (de quelques millimètres à plus de 20 centimètres) ; leur coquille peut être conique, bi-conique, cylindro-conique, bulbeuse, cylindrique, et présente une grande variété de colorations selon les espèces. Elle est formée de 5 à plus de 10 tours de spires calcaires à enroulement dextre autour d'un axe central. L'ouverture de la coquille est longue, tantôt étroite (*Conus excelsus*), tantôt évasée vers l'avant (*Conus geographus* et *Conus tulipa*). Sur la page de gauche sont présentés des spécimens conservés au Muséum national d'histoire naturelle : *Conus gloriamaris* (1), *Conus textile* (2), *Conus generalis* (3), *Conus dusaveli* (4), *Conus imperialis* (5), *Conus bangalensis* (6), *Conus quercinus* (7), *Conus geographus* (8), *Conus excelsus* (9), *Conus tulipa* (10), *Conus marmoreus* (11), *Conus striatus* (12 et 14), *Conus milneedwardsi* (13) et *Conus ammiralis* (15).

Ces espèces, comme toutes les espèces de cônes, sont de redoutables prédateurs qui utilisent un appareil venimeux perfectionné pour capturer leurs proies. Certains d'entre eux se nourrissent de petits poissons et utilisent la technique de « pêche au harpon » (ci-contre) : un spécimen de *Conus consors* (a), à l'aquarium de La Rochelle, a repéré une proie et allonge son proboscis (b), situé sous le siphon proéminent. Le proboscis porte, à son extrémité, une dent radulaire, qui va lui servir de harpon. *Conus consors* s'est rapproché de quelques centimètres de sa proie ; il la harponne à l'aide de la dent qui sert également à injecter le venin. Le poisson se débat, mais il ne pourra pas s'échapper (c). *Conus consors* attire sa prise vers sa bouche et l'ingère en quelques secondes (d). Ce cône utilise un arsenal de toxines qui, dans un premier temps, tétanisent la proie : les nageoires du poisson se figent dès l'injection du venin (c).



muscleux, en grande partie masqué par la coquille. Extrêmement variables, les coloris du siphon et du pied ne varient guère au sein d'une même espèce.

Sous cette apparence inoffensive, ces cônes sont de redoutables prédateurs carnivores. Ils ont tous un appareil venimeux qui leur permet de capturer leur proie, en projetant une dent, laquelle injecte le venin. Classés en trois groupes, ils sont soit piscivores (une cinquantaine d'espèces), soit malacophages, se nourrissant exclusivement de mollusques (une cinquantaine d'espèces également), soit vermivores (ils se nourrissent de vers) ; avec plus de

