



Le froid et le chaud

HERVÉ THIS

Quelques mesures de température en cuisine.

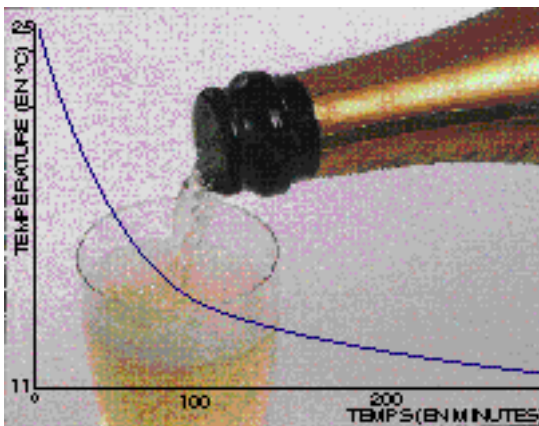
On veut refroidir du champagne : combien de temps la bouteille doit-elle séjourner dans le réfrigérateur ? Les parents gourmandent les enfants qui laissent la porte du réfrigérateur ouverte ; ont-ils raison de craindre un réchauffement rapide des denrées qui y sont conservées ? On monte le vin de la cave pour le chambrer, avant un repas ; combien de temps à l'avance faut-il s'y prendre ? L'emploi d'un thermocouple, appareil qui mesure précisément les températures, donne des ordres de grandeur utiles aux gourmets.

Commençons par ce champagne, que l'on veut frappé. Pour déterminer combien de temps il faut le rafraîchir, on a placé la sonde du thermocouple dans une bouteille qui a été installée dans la porte d'un réfrigérateur à l'équilibre thermique : des bouteilles qui se trouvaient depuis plus de deux jours à côté de l'emplacement où l'on a déposé la bouteille de champagne étaient à une température de 11° C. À partir d'une température initiale du champagne égale à 25° C, les mesures effectuées toutes les dix minutes ont montré un lent refroidissement : après 30 minutes, la température est encore supérieure à 20° C, et c'est seulement après trois heures que l'on obtient une température de 15° C ; la température de 12° C n'a été atteinte qu'après six heures ! Cette mesure confirme, expérimentalement, que le verre conduit mal la chaleur (cette dernière s'y propage par conduction, tandis que, dans l'eau, la chaleur se répartit également par convection).

Voulant boire frais, vous avez tenu compte de cette forte inertie thermique des bouteilles, mais un enfant arrive et ouvre la porte du réfrigérateur. Le champagne que vous peinez à rafraîchir risque-t-il de se réchauffer ? Cette fois, on a mesuré la température dans le réfrigérateur à un endroit où elle était initialement égale à 8° C. À l'extérieur, la température était égale à 20° C.

Quand on ouvre la porte pendant sept secondes seulement, la température de l'air monte à 11° C ; puis elle redescend à 8° C en quelques minutes ; quand on ouvre la porte pendant 20 secondes, la température monte à 18° C, avec

une redescente de la température rapide d'abord, lente ensuite. Le réchauffement de l'air d'un réfrigérateur est donc très rapide, parce que l'air froid et dense du réfrigérateur s'écoule par le bas, remplacé par de l'air ambiant... mais ce réchauffement ne concerne que l'air, et non les bouteilles, dont la capacité calorifique – et l'inertie thermique – est notable : pour ces dernières, la température ne varie quasiment pas lors de l'ouverture momentanée de la porte, et



Pensons à rafraîchir le champagne à l'avance : il faut plusieurs heures avant d'atteindre 12° C, à partir d'une température ambiante de 25° C.

le refroidissement reprend rapidement, après les quelques minutes de refroidissement rapide de l'air.

ET LE CHAUD

Après ces mesures rafraîchissantes, examinons le problème inverse, celui du réchauffement. Une question délaissée est celle du chambrage des vins. En vue d'un bon dîner, on veut monter un vin fin de la cave pour le faire déguster à des amateurs éclairés. Ceux-ci croient savoir que le vin doit être bu à la température de 18° C, mais la cave, elle, n'est qu'à une température de 12° C. Combien de temps à l'avance le vin doit-il être monté pour que la température réglementaire soit atteinte ?

On pourrait naturellement utiliser les lois de la physique pour calculer ce temps, mais faisons une expérience simple : mesurons la température au cours du temps. Dans une pièce à 24° C, où était placée une bouteille de vin à la température initiale de 9° C, on mesure

qu'il faut environ une demi-heure pour atteindre la température de 12° C, trois quarts d'heure pour atteindre la température de 14° C, une heure et quart pour atteindre 16° C, une heure trois quarts pour atteindre 18° C et plus de trois heures pour atteindre 20° C !

La longue durée du chambrage résulte encore de la faible conductivité thermique des bouteilles ; surtout quand la différence de températures entre la pièce et la bouteille est faible, le chambrage est une opération longue, qui ne se décide pas à la dernière minute.

De ces premières mesures, pouvons-nous déduire les temps de chambrage si nous sommes en été, à une température qui atteint 27° C ? Hélas non : il faut d'autres mesures... ou des calculs classiques de théorie de la chaleur. Retenons seulement quelques ordres de grandeur : quand la température de la pièce est égale à 27° C, il faut environ 80 minutes à partir de 12° C ; inversement, quand la température de la pièce est égale à 19° C seulement, il faut cette fois plus de deux heures et demie à partir de 12° C. Lors des mesures, on observe, en outre, que la partie supérieure d'une bouteille (verticale) se réchauffe plus vite que la partie inférieure : la différence peut atteindre quatre degrés, ce qui engendre des différences de goût importantes entre les premières et les dernières gorgées de vin (les arômes s'évaporent plus vite quand la température est élevée).

Enfin, les convives sont à table : versons le vin dans les verres : une fois que le vin, chambré à 16° C, est versé dans le verre, à quelle vitesse se réchauffe-t-il quand la température ambiante est égale à 23° C ? Cette fois, la température dans un verre classique augmente en moyenne de 0,2° C par minute. Voilà de quoi nous inciter à ne verser dans le verre que lorsque les convives sont prêts à boire.

Prochain rendez-vous France Info et Pour la Science le 23 octobre 1997, avec la chronique Info Sciences de Marie-Odile Monchicourt.

Explosion de poussières

Phénomène meurtrier et difficilement modélisable.

Le 20 août 1997, l'explosion de silos à grains à Blaye, sur l'estuaire de la Gironde, fait 11 morts. Plus de 20 ans après l'explosion de la malterie de Metz, ce dramatique accident repose les problèmes de sécurité liés à la manipulation de produits solides pulvérulents.

La manipulation des grains engendre d'importantes quantités de poussières (0,1 pour cent du poids manipulé) qui, mises en suspension, forment une atmosphère explosive. Lorsque cette atmosphère est mise au contact d'une source d'inflammation, l'explosion se déclenche.

Que s'est-il passé à Blaye ? Les conclusions définitives de l'enquête ne seront pas connues avant plusieurs mois, mais des poussières en suspension ont dû être mises au contact d'une étincelle (provenant d'un frottement mécanique ou de l'électricité statique) ou d'une source résultant d'un « auto-échauffement » (réactions d'oxydo-réduction, fermentation). Les parois des silos de béton n'ont pas résisté à l'explosion.

Peut-on empêcher de tels accidents ou en réduire la gravité ? Les professionnels sont plus conscients qu'auparavant de l'existence de ce risque, ainsi qu'en témoigne la forte participation à un séminaire tenu récemment en France sur les

explosions de poussières. Des mesures réglementaires sont à l'évidence indispensables. Cependant, en raison des enjeux économiques, leur mise en œuvre ne suscite pas toujours une adhésion spontanée. Par ailleurs, la mise en place de dispositifs de protection efficaces se heurte à l'insuffisance des connaissances scientifiques des phénomènes en cause.

Diverses méthodes sont utilisées dans le monde pour classer les poussières en fonction de leur dangerosité (risque d'explosion). Aucune ne fait l'unanimité, car les résultats des tests de classement dépendent d'un grand nombre de facteurs qui varient beaucoup d'un test à l'autre : taille et forme de l'enceinte d'expériences, procédé de mise en suspension, dispositif d'allumage...

Plus la vitesse de combustion d'un mélange est grande, plus l'explosion du mélange est violente. Par exemple, une explosion d'hydrogène est plus violente qu'une explosion de méthane. Ce paramètre caractéristique est beaucoup plus difficile à déterminer dans les mélanges de poussières que dans les gaz : la structure des flammes de poussières et les mécanismes de propagation sont mal connus. Par exemple, les transferts par rayonnement, le plus souvent négligeables dans le cas des gaz, jouent un rôle prépondérant dans certaines flammes de poussières.

L'un des moyens classiques de protection consiste à installer des événements qui cèdent en cas de brusque surpression. Cette technique ne s'applique cependant que dans des conditions précises :

enceintes de forme simple, pas trop allongées, sans variation de section, ni obstacles à l'intérieur. Ces conditions correspondent uniquement aux enceintes de stockage. Dans ces enceintes, la pression résultant de l'inflammation d'une suspension de poussières ne croîtra pas trop vite et les effets de cette croissance pourront être limités par l'action des événements.

Malheureusement, les inflammations accidentelles se produisent rarement dans ce type d'enceintes, mais dans les conduites de transport, les élévateurs, les filtres ou d'autres éléments de manutention. Ces éléments favorisent les vitesses de propagation élevées, de sorte que des ondes de choc peuvent se former. L'utilisation d'événements est alors inopérante et peut même se révéler néfaste en favorisant la propagation de l'explosion entre des enceintes séparées. Hélas, là encore, on connaît mal la propagation de flammes dans des écoulements instationnaires et dans des géométries complexes. Aucune méthode prédictive n'existe aujourd'hui.

Comment caractériser les régimes de combustion, entre déflagration (subsonique) ou détonation (supersonique) ? Cette caractérisation est importante, car la vitesse de propagation d'une détonation est 1 000 fois plus élevée que celle d'une flamme laminaire (la flamme d'un brûleur de réchaud par exemple). Aujourd'hui, peu de résultats sont disponibles, car la taille des expériences « de laboratoire » nécessaire pour obtenir des résultats pertinents est d'au moins 10 fois, voire 100 fois, la taille des montages expérimentaux utilisés dans le cas des mélanges gazeux !

De manière générale, l'étude de la combustion dans des suspensions de poussières est beaucoup plus ardue que celle des mélanges gazeux en raison de l'hétérogénéité du milieu, et parce que la réalisation d'expériences reproductibles dans des conditions bien contrôlées se heurte à d'importantes difficultés techniques. L'effort fait en matière de recherche (tant fondamentale qu'appliquée) par la France en ce domaine reste bien inférieur à celui de la plupart des grands pays industrialisés. Si de tels retards devaient perdurer, la mise au point de dispositifs techniques et de méthodes de protection efficaces serait compromise.

B. VEYSSIÈRE, CNRS, Laboratoire de combustion et de détonique, Poitiers



Près de Bordeaux, une explosion de poussières a détruit une dizaine de silos à grains.

Mucoviscidose

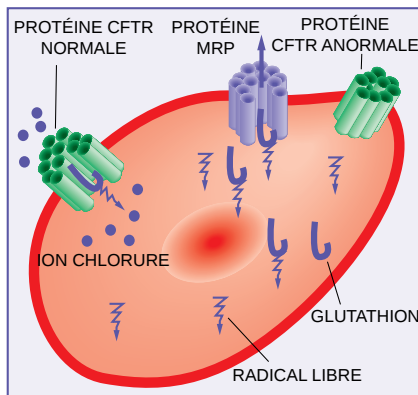
Un traitement anticancéreux améliorerait les patients atteints de cette maladie génétique.

La mucoviscidose est une maladie génétique, la plus fréquente des maladies héréditaires mortelles. Quatre pour cent environ des Européens et des Américains du Nord sont porteurs d'un gène muté et, en France, 6 000 personnes seraient atteintes de la maladie. Jusqu'à présent les traitements restent souvent palliatifs, les tentatives de thérapie génique n'ayant pas donné les résultats escomptés. Les équipes de Jean-Yves Lallemand et de Sylvain Blanquet, à l'École Polytechnique, et celle de Gérard Lenoir, à l'Hôpital Necker-Enfants malades, viennent de proposer un nouveau traitement de la maladie fondé sur une meilleure compréhension des mécanismes qui la déclenchent.

La mucoviscidose se révèle par des manifestations digestives et pulmonaires variées : un amaigrissement persistant ; un déficit de la fonction pancréatique ; des bronchites fréquentes. Une concentration élevée en chlorure de sodium dans la sueur confirme le diagnostic. Au début de la maladie, les petites voies aériennes sont obstruées par un mucus visqueux. Normalement ce mucus élimine les débris cellulaires, les micro-organismes ou les particules inspirées ; les cellules ciliées pulmonaires le font avancer et gagner le haut de la trachée, d'où il est expectoré. Quand le mucus est trop visqueux, il s'accumule et obstrue les bronchioles, où des mécanismes inflammatoires et infectieux se déclenchent.

Un seul gène est en cause. L'enfant atteint hérite de ses parents de deux copies anormales de ce gène. Le gène dont les mutations sont responsables de la maladie code la protéine CFTR, un canal chlore, c'est-à-dire une protéine transmembranaire qui contrôle l'entrée des ions chlorures dans les cellules et leur sortie. La mutation la plus fréquente (dans 70 pour cent des cas) est nommée mutation $\Delta F508$, mais d'autres parties codantes du gène peuvent être le siège de mutations. La protéine CFTR est notamment exprimée dans le pancréas, le poumon, le foie, l'intestin et le rein. Toutefois, s'il a bien été prouvé que la protéine CFTR contrôle la concentration cellulaire en ions chlorures, sa fonction ne semblait pas totalement élucidée.

Progressivement, en associant diverses pièces d'un puzzle biochimique,



Dans une cellule normale, le glutathion «pêche» les radicaux libres délétères et les élimine par un canal CFTR. Quand la protéine CFTR est anormale, elle n'autorise pas cette épuration. La protéine MRP, activée par un médicament anticancéreux, semble soulager les patients atteints de mucoviscidose : elle assurerait l'épuration des cellules, compensant la protéine CFTR inefficace.

les trois équipes ont été conduites à proposer que la protéine CFTR a une seconde fonction. Elle servirait aussi de canal à une autre molécule, le glutathion : ce peptide (un fragment de protéine) servirait de piège pour diverses molécules toxiques qui risquent d'endommager les cellules, par exemple les métaux lourds ou les radicaux libres très oxydants. Lorsqu'une molécule de glutathion a harponné une de ces cibles, elle est expulsée activement par le canal CFTR. Lorsque la protéine CFTR est déficiente, elle ne remplit plus son rôle, de sorte que les éléments toxiques, notamment les radicaux libres, s'accumulent, finissant par détruire la cellule.

Comment les chimistes et les biologistes ont-ils eu l'idée que la molécule CFTR est non seulement un canal passif pour les ions chlorures, mais aussi un canal actif pour le glutathion ? En observant un patient atteint d'une mucoviscidose, mais aussi d'un cancer. Traité par des agents anticancéreux, il fut rapidement soulagé de sa mucoviscidose. On sait que les substances anticancéreuses déclenchent souvent la production d'une protéine endogène de résistance aux agents anticancéreux : cette protéine de défense rend le traitement inefficace, car elle inactive les molécules thérapeutiques agressives pour les cellules tumorales, mais aussi pour les cellules normales. Ainsi, l'administration de substances anticancéreuses aurait déclenché, chez le patient atteint de mucoviscidose, la production des protéines de résistance aux anticancéreux, MRP et MDR. Or la protéine MRP ressemble tellement à la protéine CFTR qu'elle l'aurait remplacée : elle aurait assuré le rôle de canal actif, évacuant, par l'intermédiaire du glutathion, les radicaux libres toxiques.

BRÈVES

En prendre de la graine

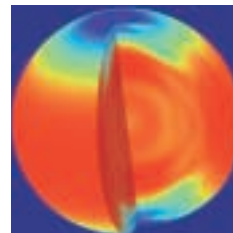
Quel est le descendant le plus direct du pommier qui a inspiré à Newton la théorie de la gravitation universelle ? Madan Thangavelu, de Wye College en Angleterre, examine les empreintes génétiques de différents pommiers du jardin de Newton. L'un d'eux semble un meilleur candidat. Les gestionnaires souhaitent planter ses graines dans tous les Instituts de physique des zones tempérées du Globe.

Du plomb aux caries

Les caries sont plus fréquentes chez les personnes exposées au plomb par l'eau de boisson, des peintures à base de plomb ou encore des gaz d'échappement des voitures et des rejets industriels. Une équipe américaine a montré qu'une exposition pré- ou périnatale de souriceaux à du plomb entraîne aussi une augmentation notable des caries : le plomb se concentre dans les glandes mammaires et, donc, dans le lait de la mère.

Jets polaires

Des astrophysiciens de l'Université Stanford ont découvert, grâce aux mesures du satellite SOHO, des courants de gaz chaud circulant à plus de 20 000 kilomètres sous la surface du Soleil. Ces courants, analogues aux alizés terrestres, ceinturent l'hémisphère Sud et Nord de notre étoile. Les chercheurs ont également mis en évidence des jets polaires qui assurent la circulation de gaz entre l'équateur et les pôles.



Classes de niveau

La répartition des collégiens dans des classes de niveau homogène améliore-t-elle leurs résultats ? Selon Marie Duru-Bellat et Alain Mingat, de l'Institut de recherche sur l'économie de l'éducation de Dijon, l'avantage des classes de niveau est bien inférieur à leurs inconvénients. La progression des meilleurs élèves dépend peu du niveau moyen de la classe où ils se trouvent. En revanche, les collégiens les plus faibles progressent plus au cours d'une année s'ils sont dans une classe de niveau moyen supérieur au leur...

Suite page 30

La couleur des dinosaures

En comparant les structures qui donnent leurs couleurs aux poissons actuels avec celles relevées sur les os des fossiles, le biophysicien australien Andrew Parker reconstitue les couleurs des animaux disparus. Ainsi un poisson placoderme du Dévonien, qui vivait il y a 370 millions d'années, avait le dos rouge et le ventre argenté. Le biophysicien pense reconstituer ainsi la couleur des dinosaures.



Épée de Damoclès bactérienne

Les bactéries résistant aux antibiotiques se multiplient. Trois équipes de l'Institut Pasteur ont isolé une nouvelle souche de la bactérie responsable de la peste, une des espèces bactériennes les plus pathogènes pour l'homme ; elle contient de nombreux gènes de résistance qui lui permettent d'échapper à l'action pharmacologique des antibiotiques recommandés par l'Organisation mondiale de la santé. On peut craindre qu'elle ne transfère ces gènes à d'autres bactéries pathogènes pour l'homme.

Des molécules antigel

Certaines protéines inhibent la formation des cristaux de glace dans le sang, à des températures inférieures à celle du point de congélation du sang. On savait que certains poissons marins et des plantes sécrètent de tels antigels. Une équipe canadienne vient de découvrir que des insectes en produisent aussi. De telles protéines «humanisées» pourraient-elles améliorer la conservation des organes que l'on désire transplanter et que l'on doit conserver à très basse température pour éviter leur dégradation?

La thalidomide réutilisée?

La thalidomide, de triste mémoire, serait efficace pour lutter contre la lèpre. Cette substance, prescrite aux femmes enceintes pour lutter contre les nausées de la grossesse, a été responsable de malformations fœtales graves. L'administration américaine de la santé propose aujourd'hui de l'utiliser pour lutter contre la lèpre, la tuberculose, l'amaigrissement des personnes atteintes du SIDA. La substance ne serait administrée aux femmes que si elles acceptent d'utiliser simultanément deux moyens contraceptifs.

Ce rôle de canal actif du glutathion (on dit aussi de transporteur du glutathion) a déjà été observé sur des levures sensibles au cadmium : en présence de cadmium, ces levures meurent. Quand on introduit dans leur génome le gène codant la protéine MRP, les levures deviennent résistantes au cadmium. La protéine canal évacue les complexes glutathion-cadmium, et les levures résistent au métal.

Ainsi la protéine MRP, codée par le génome humain normal, serait une protéine de détoxification de secours. Normalement, elle ne semble pas être exprimée (ou très peu), car la protéine CFTR suffit à éliminer les radicaux libres et les métaux lourds grâce au glutathion. En revanche, lorsque la protéine CFTR est déficiente, et que l'on déclenche l'expression de la protéine MRP par des substances anticancéreuses, on compense l'anomalie et l'on soulage les patients atteints de mucoviscidose. Une fois déclenchée par un traitement anticancéreux, l'expression de la protéine MRP se poursuit, même après l'arrêt du traitement.

Toutefois de nombreuses questions restent ouvertes : pour le moment un seul patient a été soulagé de sa mucoviscidose par un traitement anticancéreux ; bien que le faisceau des «preuves» soit dense, ce mécanisme s'appliquera-t-il à tous les patients atteints de mucoviscidose ? Pourra-t-on administrer à des enfants un traitement anticancéreux visant à déclencher l'expression de la protéine de résistance, au risque de rendre inefficace le traitement d'un éventuel cancer ? Pendant combien de temps l'expression de la protéine MRP se poursuit-elle après l'arrêt de la chimiothérapie ? L'accumulation de radicaux libres est mise en cause dans diverses maladies, par exemple la polyarthrite rhumatoïde ou certaines formes d'asthme. Le déclenchement de l'expression de la protéine MRP serait-il un moyen de freiner l'évolution de ces maladies, voire de les prévenir ? Quoi qu'il en soit, l'identification des mécanismes de secours et leur activation par une substance chimique semblent être une nouvelle voie de recherche pour les biologistes.

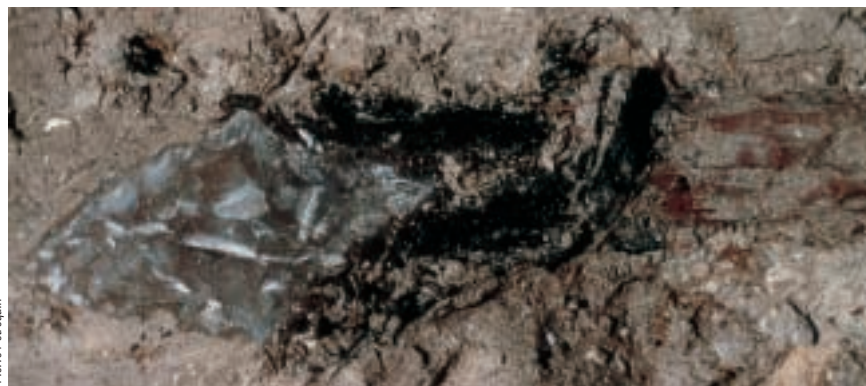
Les adhésifs néolithiques

Les pointes de flèches étaient collées sur la hampe par divers matériaux.

Comment fixer un outil de pierre sur un manche en bois ? À la fin du IV^e millénaire avant notre ère, les habitants des rives du lac de Chalain, dans le Jura, collaient leurs pointes de flèches sur les hampes de bois à l'aide d'adhésifs organiques. La diversité de ceux-ci, révélée par l'ana-

lyse chimique, témoigne de la créativité technique des anciens Jurassiens.

Quelles sont les matières premières utilisées dans la fabrication des adhésifs au Néolithique ? Comment étaient-elles obtenues et transformées ? Nous avons analysé, en chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse, une trentaine d'adhésifs ayant servi à emmancher des pointes de flèches provenant des sites de Chalain. La majorité de ces produits sont des goudrons végétaux, ou brais, obtenus par chauffage d'écorce ou de bois. La nature des végétaux employés est indiquée par la présence de molécules caractéristiques : la lupénone, le lupéol et la bétuline pour le



Pierre Pétrequin

Cette pointe de flèche de la fin du IV^e millénaire, découverte sur le site de Chalain, dans le Jura, est encore en position sur sa hampe en bois (à droite). Elle y était fixée par une ligature et par un adhésif dont quelques vestiges subsistent (en noir). L'analyse chimique de ces adhésifs révèle une grande diversité de compositions et de préparations.

brai d'écorce de bouleau, très adhérent, l' α -, la β -amyrine ou le β -sitostérol pour d'autres goudrons végétaux issus de feuillus, tels l'aune, le chêne ou le hêtre.

Deux échantillons étaient constitués d'hydrocarbures associés à des acides gras et à du cholestérol : vraisemblablement un mélange de bitume et d'une matière grasse animale qui jouait le rôle de plastifiant et améliorait l'adhésion. L'utilisation du bitume est connue au Proche-Orient depuis 40 000 ans, mais c'est la première fois qu'elle est mise en évidence au Néolithique en Europe sur la base d'analyses chimiques.

Les préhistoriens pensaient jusqu'à présent qu'en Europe tempérée, les adhésifs néolithiques étaient surtout fabriqués à base de brai de bouleau. La diversité des matériaux est donc surprenante, d'autant plus qu'ils sont tous utilisés pour la même fonction, l'emmanchement de flèches. Comme la production de céramiques, la fabrication de

ces adhésifs relève probablement d'activités domestiques, fortement dépendantes des traditions familiales au sein des différentes maisonnées : les matières premières et les températures auxquelles elles sont transformées sont spécifiques à chacune. Cette diversité aurait été renforcée par le mélange des adhésifs récupérés et réutilisés après l'abandon des pointes en silex.

Les adhésifs à base de bitume, dont il n'existe aucun gisement naturel à proximité du site, proviennent probablement d'échanges, dans le cadre de contacts qui ont été démontrés par ailleurs, entre les habitants de Chalain et ceux des villages néolithiques situés dans l'Ouest de la Suisse. Mais il est trop tôt pour déterminer la nature exacte et le niveau des échanges : l'objet de l'échange était-il le bitume seul, ou la flèche déjà emmanchée dans la hampe ?

En outre, la diversité des adhésifs témoigne de l'évolution des techniques

au cours du temps : certains d'entre eux ont été utilisés à toutes les époques, tandis que d'autres sont caractéristiques de périodes chrono-culturelles déterminées. Quelques-uns des goudrons végétaux ainsi que les adhésifs à base de bitume ont en effet seulement été retrouvés dans des niveaux datés de la période Horgen (3200 à 3100 avant notre ère), alors que d'autres sont absents pendant cette période, mais représentés pendant la seule période Clairvaux (3040 à 2950 avant notre ère). Pendant cette dernière période, les types d'adhésifs utilisés étaient en outre moins nombreux : comme celle des autres matériaux et objets plus classiquement étudiés en archéologie préhistorique, la fabrication des adhésifs obéit à diverses traditions techniques qui ont évolué au cours du temps.

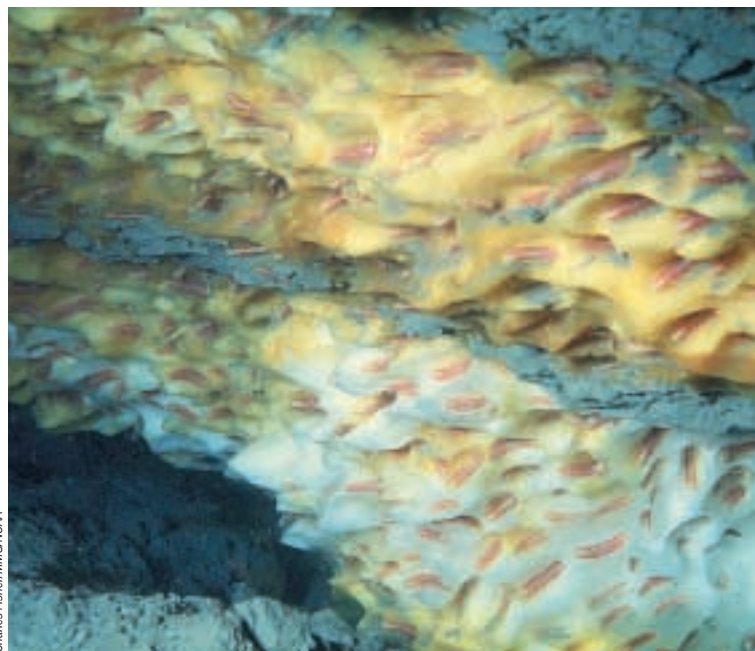
M. REGERT, UMR 171, LRMF et ENS,
P. PÉTREQUIN, UMR 6565 CNRS
et Université de Franche-Comté

Vers des mers

Le fond des mers serait peuplé de plus de dix millions d'espèces animales, dont un millier à peine a été répertorié. Aussi, la découverte d'une nouvelle espèce ne semble guère importante... sauf si elle occupe un habitat peu hospitalier. Dans le golfe du Mexique, à l'aide d'un sous-marin téléguidé, Carl Fisher, de l'Université de Pennsylvanie, et son équipe, ont découvert une colonie de vers bivalves sur de la glace de méthane.

Dans les sédiments, l'activité bactérienne produit du méthane qui est ensuite transporté par des courants qui y circulent. Lorsque cette eau chargée en méthane est comprimée et refroidie (à quelques degrés), des glaces de méthane se forment, le plus souvent enfouies à plus de 500 mètres dans les sédiments marins. En Méditerranée et dans le golfe du Mexique la glace de méthane peut affleurer sous la forme de monticules de quelques mètres de large.

Près des sources de fluides froids, chargés en hydrocarbures, en éléments minéraux réduits (sans oxygène), en sel ou en hydrogène sulfuré, les biologistes connaissent des commu-



Dans le golfe du Mexique, à plus de 600 mètres de profondeur, une dense colonie de vers vit sur un affleurement de méthane solidifié.

nautés de vers bivalves qui vivent en symbiose avec des bactéries. Ces bactéries utilisent l'énergie chimique des éléments contenus dans les fluides comme source d'énergie pour synthétiser de la matière organique nécessaire à la survie des vers. Sur les glaces de méthane, où la concentration en hydrocarbures est extrême, on pensait que des organismes similaires ne pouvaient survivre.

En profondeur, le seul moyen d'étude efficace est le sous-marin. En juin dernier, à 250 kilomètres au Sud de la Nouvelle-Orléans, le sous-marin de poche télécom-

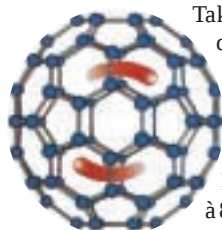
mandé de l'équipe de biologistes plonge à plus de 600 mètres de profondeur. Il photographie, sur la glace de méthane, des milliers de vers de quelques centimètres de long. Quelles sont les relations entre ces vers et les sources gazeuses ? Les biologistes supposent que ces vers se nourrissent de bactéries présentes sur les monticules ou vivent en symbiose avec elles. Plusieurs vers ont été extraits de leur habitat et rapportés au laboratoire pour y être étudiés. Une question se pose : jouent-ils un rôle dans la manière dont ces dépôts se forment et se dissolvent ?

Filets préhistoriques

Nos ancêtres chassaient-ils au filet il y a 25 000 ans? Une équipe américaine affirme que des empreintes conservées dans de l'argile des sites de Pavlov et de Dolni Vestonice, en République tchèque, ont été laissées par des fibres textiles. Les traces de nœuds qu'ils ont identifiées seraient caractéristiques de l'assemblage de mailles. Cette découverte coïncide avec les nombreux restes de petits mammifères découverts sur les mêmes sites, et que les populations préhistoriques auraient piégés au filet.

Danse d'atomes

La molécule à 60 atomes de carbone, le fullerène, suscite études et surprises.



Takeshi Akasaka et ses collègues de l'Université de Niigata ont observé que, dans une molécule voisine, de formule La_2C_{80} , à la température ambiante, les deux atomes de lanthane piégés dans la cage à 80 atomes de carbone tournent comme des écureuils en cage sur un cercle déterminé par la position des atomes de carbone liés en pentagones.

La couleur des oiseaux

Dans de nombreuses espèces d'oiseaux, les «belles» couleurs d'un mâle lui gagnent les préférences des femelles. Selon A. Bennett, de l'Université de Bristol, nous ne pouvons comprendre le détail de ces préférences avec nos yeux : chez les étourneaux, la réflectance du plumage des mâles aux longueurs d'onde de l'ultraviolet, que les oiseaux perçoivent mais pas les humains, est l'un des critères qui déterminent le choix des femelles.

Oscillation superfluide

Voici plus de 30 ans, B. Josephson et R. Feynman avaient prévu l'oscillation quantique des superfluides. Des physiciens américains l'ont observée : ils ont séparé deux compartiments d'hélium superfluide à une pression légèrement différente par une membrane comprenant des milliers de trous de dix micromètres de diamètre. Près de la membrane, ils ont placé un microphone et ont enregistré le son résultant des allers et venues de l'hélium, plusieurs milliers de fois par seconde. Lorsque ce son est amplifié des milliards de fois, l'oscillation produit un sifflement audible dont la fréquence varie avec la différence de pression, conformément aux prévisions des deux prix Nobel.

Qui vivra verra

La syntaxe de proverbes communs à l'italien et au français.

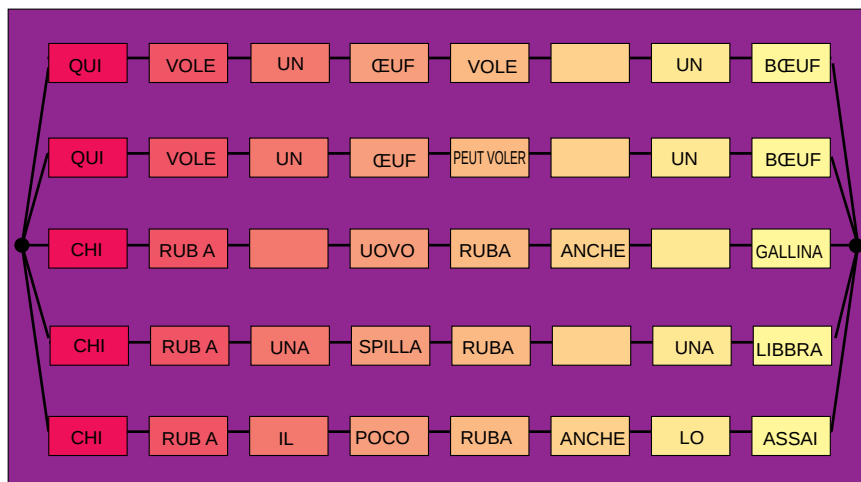
Les expressions idiomatiques gênent les traducteurs humains ou automatiques, car leur traduction automatique impose la reconnaissance de leur nature. Un programme qui rencontrerait dans un texte en italien la phrase *Chi va con lo zoppo impara a zoppiare* et qui n'y verrait pas un proverbe fournirait la traduction littérale *Qui va avec un boiteux apprend à boiter*, et il serait fautif, car la langue française possède des proverbes équivalents : *Qui hante chien, puces remporte* ou *Qui est avec les loups doit hurler*. Pis encore, les expressions idiomatiques ne sont pas des exceptions que l'on pourrait traiter cas par cas : Maurice Gross, de l'Université Paris VII, en a recensé près de 25 000 pour le français ! À l'Université de Bari, Mirella Conenna a défriché le problème pour la classe des proverbes français et italiens qui commencent par *Qui* ou *Chi* : *Qui dort dîne*, *Qui casse paye*, *Qui a bu boira*, *Chi va piano va sano*...

Comment identifier automatiquement les proverbes dans un texte ? En changeant le temps, on distingue une expression figée d'un proverbe. On peut ainsi changer le temps de la phrase figée *Je suis certain qu'il faut prendre le taureau par les cornes*, car la phrase *J'étais certain qu'il fallait prendre le taureau par les cornes* reste cohérente ; en revanche, *Qui dormait dînait* donne un sentiment de faute : le proverbe ne se conjugue pas. Toutefois ce genre de manipulation n'est pas facilement effectué par un ordinateur.

M. Conenna a recueilli dans les divers recueils 2 000 proverbes italiens et 1 000 proverbes français commençant respectivement par *Chi* ou *Qui*. Pourquoi les proverbes de ce type particulier sont-ils plus nombreux en italien qu'en français ? Sans doute parce que les phrases qui commencent par *Qui* sont archaïques en français, alors que la construction avec *Chi* reste habituelle en italien : nul n'est prophète en son pays.

Un des objectifs de l'étude étant l'amélioration des systèmes automatiques de traduction, M. Conenna a analysé la structure syntaxique des proverbes recensés, afin d'engendrer des moteurs de recherche capables de les reconnaître. Elle a ainsi montré que tous les proverbes qui commencent par *Qui* sont décrits par la structure $(\text{Qui/Chi } V W)_0 V W$, où *V* représente un verbe et *W* une séquence de compléments éventuels. Par exemple, *Qui dort dîne* est une structure du type $\text{Qui } V_1 V_2$, tandis que *Qui veut noyer son chien l'accuse de la rage* est de type $\text{Qui } V_1 N_1 N_2 V_2 N_3$. Avec ces données, elle a construit un dictionnaire électronique, c'est-à-dire un fichier d'ordinateur où sont enregistrés les proverbes commençant par *Qui*. Ce dictionnaire a été ajouté au programme INTEX, qui contient déjà les dictionnaires électroniques mis au point dans le laboratoire de M. Gross pour les formes simples, fléchies, les mots composés, les noms propres, les toponymes, etc.

Le programme INTEX identifie toutes les occurrences des formes, ainsi que des catégories grammaticales. Appliqué à l'année 1993 complète du journal *Le Monde*, ce programme a d'abord cherché l'occurrence du mot «proverbe» : dans 59 des 79 cas identifiés, le proverbe venait toujours d'ailleurs (les auteurs du *Monde* ou les personnes dont les propos sont rapportés par le journal citent volontiers Confucius, par exemple). Cette caracté-



Les proverbes français et italiens qui commencent par *Qui* ou *Chi* peuvent être décrits par une même structure syntaxique. Dans cette structure, certains mots peuvent être omis.