

Pasteur dans un plan

Séparation spontanée de cristaux à la surface de l'eau.

En 1848, à l'âge de 26 ans, Louis Pasteur a son premier succès scientifique en séparant les deux types de molécules (les énantiomères) qui composent le tartre du vin : il observe que ces molécules sont chirales, c'est-à-dire non superposables à leur image dans un miroir. À l'Institut Curie, un groupe de physiciens obtient aujourd'hui une séparation analogue en plaçant des molécules chirales à la surface de l'eau.

La séparation d'énantiomères est devenue une préoccupation en optique, en agro-alimentaire ou en pharmacie : seul l'énantiomère gauche de l'aspartame est un bon édulcorant (la forme droite est amère), et seul un des deux énantiomères de la thalidomide a des propriétés sédatives (l'autre est tératogène). Pour les séparer, les chimistes modernes recourent à des réactions de reconnaissance moléculaire, mais les résultats ne sont pas à la hauteur des efforts déployés : moins de dix pour cent des 12 000 composés chiraux répertoriés à ce jour ont été séparés.

Pourrait-on trouver de nouvelles méthodes de séparation ? En 1982, le chimiste américain E. Arnett imagine de confiner les molécules dans un plan, afin d'amplifier les mécanismes de reconnaissance spécifique entre deux énantiomères. Son idée n'est pas testée, car D. Andelman, de l'Université de Tel-Aviv, et Pierre-Gilles de Gennes calculent théoriquement que la ségrégation chirale à deux dimensions ne se produit pas si seules les interactions à longue distance (forces électrostatiques, forces de dispersion...) s'exercent entre les molécules.

Toutefois la simplicité de l'expérience tente Francis Rondélez et ses collègues du Laboratoire de physico-chimie de l'Institut Curie. Ils commencent par sélectionner une molécule qui, en raison de sa constitution chimique, s'étale facilement à la surface de l'eau : la myristoyl-alanine, comportant une partie insoluble dans l'eau, et une tête soluble et chirale, dérivée d'un acide aminé, l'alanine. La molécule forme spontanément une couche stable à la surface de l'eau, parce que l'alanine plonge dans l'eau, tandis que la partie insoluble pointe vers l'air.

Quand on comprime le film moléculaire ainsi formé à l'aide d'une barrière qui flotte à la surface de l'eau, on fait passer le film d'un état dilué, de nature liquide, à un état condensé, assimilable à un cris-



Domaines spontanément formés à la surface de l'eau par des molécules chirales : chaque zone noire n'est composée que de molécules identiques.

tal. Des mesures de la pression de surface révèlent tout d'abord que les molécules de chiralités différentes s'associent plus difficilement que les molécules de même chiralité. De surcroît, le microscope optique montre qu'une compression de la monocouche racémique engendre des zones cristallines circulaires de plusieurs dizaines de micromètres de diamètre dans un milieu continu, plus fluide. À ce stade, les zones cristallines sont encore composées de deux énantiomères. Toutefois, des zones plus sombres, qui ont la forme de petites aiguilles courbes, croissent lentement à l'intérieur de ces îlots. Ces aiguilles sont des micro-cristaux d'énantiomères purs, droits ou gauches.

Pourquoi cette ségrégation chirale ? Les calculs confirment que les forces à

longue portée sont généralement inefficaces, mais ils ne prennent pas en compte les forces à courte portée. Or, dans le cas de la myristoyl-alanine, comme dans celui d'autres composés organiques, de telles forces (liaisons hydrogène) sont suffisamment fortes pour imposer la structure d'équilibre. La méthode topochemique proposée par le groupe de l'Institut Curie devrait être applicable aux autres composés organiques entre lesquels s'exercent des liaisons hydrogène fortes. Les cristaux obtenus sont encore très petits, et la ségrégation est lente (il faut environ une heure pour que les domaines composés d'un seul énantiomère se constituent), mais combien de temps a-t-il fallu à Pasteur pour faire son tri à la main ?

Nutrition et CFA

La dévaluation dégrade l'alimentation des enfants.

Le 12 janvier 1994, le franc CFA, monnaie des 14 pays africains de la zone franc, a été dévalué de 50 pour cent. Destinée à restaurer les équilibres macro-économiques de ces pays, cette dévaluation était exceptionnelle, en raison de son ampleur, et de son application à des pays fortement dépendants de l'extérieur et marqués par la crise économique et les restrictions budgétaires. En diminuant le pouvoir d'achat d'une partie de la population, notamment celui des citadins, la dévaluation a dégradé l'alimentation des enfants, en quantité et en qualité.

Dans les pays de la zone franc, la malnutrition est chronique et ses conséquences dramatiques : elle augmente le risque de mortalité, la sensibilité aux infections, et elle diminue les capacités d'ap-



Les bouillies d'importation, de meilleure qualité nutritionnelle, sont aujourd'hui moins utilisées.

prentissage et la productivité. La malnutrition est même transmise : une femme mal nourrie dans son enfance a plus de risques de mettre au monde des enfants de faible poids, plus fragiles et qui auraient besoin d'être mieux nourris.

La malnutrition apparaît au cours de la première année de la vie, au moment où la diversification de l'alimentation fait encourir d'importants risques infectieux et nutritionnels aux enfants. Avec des partenaires africains, nous avons évalué l'évolution de l'alimentation de ces jeunes enfants, en milieu urbain, au Congo et au Sénégal. Les pratiques en matière d'allaitement au sein ont peu changé ; l'âge du sevrage n'a pas été retardé. Ces actes alimentaires restent avant tout culturels : le poids de la tradition l'a emporté sur les considérations économiques.

En revanche, le nombre d'enfants recevant des bouillies ou des plats adaptés à leur âge a diminué, ainsi que la qualité des aliments utilisés en complément du lait maternel. À Brazzaville, l'utilisation de bouillies préparées à partir de farines commerciales importées a baissé de 45 pour cent en moyenne, de 70 pour cent dans les familles aux revenus les plus bas : depuis la dévaluation, le prix de revient des bouillies importées a augmenté de 90 pour cent, et celui des bouillies locales de 25 pour cent. Les mères qui enrichissaient ces bouillies, de qualité nutritionnelle plus faible, avec du lait ou du sucre, ajoutent moins souvent du lait.

Dans la grande banlieue de Dakar, la qualité des bouillies s'est aussi dégradée. Plus de mères donnent uniquement des préparations à base de mil avec du sucre, sans ajouter de lait ni de corps gras. La nature des plats familiaux a également évolué : la quantité de riz reste inchangée, mais les apports d'huile, de légumes et de poisson frais se réduisent. Or l'importance de ce plat a augmenté dans l'alimentation des enfants depuis la dévaluation.

La diminution de la consommation de produits importés était une conséquence prévue de la dévaluation. Plus inattendue est la remise en cause, par les mères, des séances d'éducation nutritionnelle dans les centres de santé. Les conseils qui y sont dispensés, tels l'ajout de lait et de corps gras, ne leur semblent plus adaptés au nouveau contexte : parmi les produits alimentaires, les farines commerciales, le lait en poudre et l'huile ont subi les augmentations de prix les plus fortes.

Même si l'économie de certains pays se rétablit, l'état nutritionnel des populations reste inquiétant. Les messages d'éducation devront être adaptés au nouveau contexte économique. La situation nécessite en outre la production locale d'aliments de complément améliorés, accessibles aux plus pauvres, ou l'apprentissage par les mères de leur préparation.

Francis DELPEUCH, ORSTOM, Montpellier



G.E. Hrafnsson - Sygma

Un volcan, qui s'est réveillé sous le glacier Vatnajökull, a projeté des cendres à plus de trois kilomètres de hauteur et a fait fondre l'épaisse couche de glace qui le recouvrait.

Explosion d'octobre

Un volcan sous un glacier.

Le 30 septembre 1996, un volcan s'est réveillé sous un glacier d'Islande. Cette île, sur la frontière séparant la plaque tectonique Nord-américaine et la plaque Eurasienne, aurait émergé il y a quelque 20 à 15 millions d'années et, à la fin de la dernière période glaciaire, il y a 12 000 ans, elle était presque entièrement recouverte de glace.

Le glacier Vatnajökull, qui avec une surface de 8 300 kilomètres carrés est le plus grand d'Europe, est un vestige de cette époque. À l'Ouest, il recouvre la dorsale médio-océanique où sont présents deux volcans, le Barðarbunga et le Grimsvötn. Avec une éruption tous les dix ans en moyenne, le Grimsvötn est un des volcans subglaciaires les plus actifs du monde.

L'éruption d'octobre 1996 est le dernier acte d'une série de secousses sismiques et d'éruptions magmatiques ;

l'amplitude des secousses sismiques qui l'ont précédée n'a pas dépassé 5,4 sur l'échelle de Richter. De telles secousses ont été fréquemment enregistrées au cours des 20 dernières années, mais aucune n'avait déclenché d'éruption. Cette fois, l'activité sismique a duré toute la journée du 29 septembre et, le 30 septembre, les sismographes ont enregistré un début d'activité volcanique (les vibrations engendrées dans le sol par un volcan diffèrent de celles d'un tremblement de terre). Le 1^{er} octobre, la glace s'est effondrée en deux endroits, là où son épaisseur était comprise entre 400 et 600 mètres ; les éruptions ont suivi. Le 2 octobre, un nuage de cendres a été projeté à plus de trois kilomètres dans le ciel. Le diamètre du cratère creusé dans la glace atteignait alors plusieurs centaines de mètres.

Quand un volcan subglaciaire émet un magma liquide et pauvre en gaz, le magma se fige au contact de la glace, de sorte qu'il n'y a pas émission de lave, mais éjection de scories, de bombes et de cendres. Au centre du cratère, l'activité géothermique intense fait fondre la

glace, de sorte qu'une mer subglaciaire se forme. Elle se vide tous les cinq à dix ans et se déverse en un puissant torrent dans l'océan Atlantique après avoir submergé des régions inhabitées au Sud de l'Islande. Un tel événement s'est produit au début de l'année 1996, de sorte que le niveau de l'eau dans le cratère, juste avant l'explosion d'octobre, était bas.

La mer subglaciaire se vide parfois avec une violence inaccoutumée ; ce fut le cas en 1598, en 1685, en 1716, en 1892 et en 1934. Cette année-là, le flot fut si violent qu'on l'entendait à 50 kilomètres à la ronde et que la couverture de glace vola en éclats. Le glacier rejeta quelque 50 000 mètres cubes d'eau par seconde pendant une semaine : sept mille milliards de litres d'eau de fonte se déversèrent avec un débit proche de celui du fleuve Congo, le deuxième fleuve du monde par son débit, après l'Amazone.

En raison de l'activité volcanique, les eaux de la mer subglaciaire avaient monté, dès le 2 octobre, d'une quinzaine de mètres ; on attendait que le torrent se déverse. Les hommes n'étaient pas menacés, mais les infrastructures l'étaient : les digues ont été renforcées, on a creusé des fossés pour que le flot attendu puisse se déverser sans trop endommager les routes et les ponts. La catastrophe se faisait toujours attendre quand une nouvelle éruption eut lieu le 13 octobre. L'eau de la mer subglaciaire a continué à monter. Les