



Risques réels et risques négligeables

JEAN-JACQUES DUBY

Lorsque le risque de santé est trop petit pour être évalué, il est de salubrité publique de le négliger.

Le très sérieux *European Science and Environment Forum** s'est risqué récemment à une plaisanterie de potache que d'aucuns trouveront de mauvais goût, mais qui montre combien il est facile d'inquiéter l'opinion.

En effet, selon un sondage mené récemment par cet organisme, trois Anglais sur quatre sont d'accord avec l'affirmation que l'eau est un produit chimique dangereux et que son utilisation doit être réglementée, voire interdite.

L'industrie chimique, affirmait le texte du sondage, utilise en quantités importantes un composé chimique appelé dihydrogène monoxyde. Ce composé est à l'origine de fuites et d'infiltrations fréquentes, et se retrouve régulièrement dans les rivières et dans la nourriture animale et humaine. Il est connu pour avoir les effets suivants sur l'environnement et la santé. (1) C'est un composant majeur des pluies acides, à l'état gazeux ; (2) il contribue à l'effet de serre ; (3) il peut être mortel s'il est inhalé accidentellement ; (4) on le retrouve en quantité significative dans les tumeurs cancéreuses.

Estimez-vous, interrogeait le sondage, que ce composé chimique est dangereux et que son utilisation doit être réglementée, voire interdite dans l'Union européenne ? À cette question, 76 pour cent des personnes interrogées ont répondu oui, 19 pour cent ne se prononcent pas, cinq pour cent seulement ont reconnu qu'il s'agissait de l'eau et éventé le piège.

Le fil blanc du piège avait pourtant la limpidité de l'eau de source, aurait dit Cosinus. Que prouve-t-il ? Au moins que la culture en chimie de l'Anglais moyen laisse peut-être à désirer... Mais surtout que la peur naît de l'ignorance.

Revenons sur la ou les dioxines. Comme la plupart des molécules chimiques, les dioxines sont toxiques à doses élevées. Nous le savons depuis Paracelse, c'est la dose qui fait le poison : nul ne boit un litre, ni même un verre d'eau de Javel, mais, tout le monde boit l'eau

du robinet, souvent javellisée. Dans la vie courante et même en environnement professionnel, la concentration de dioxine est souvent à la limite de la détectabilité, et toujours très en deçà du seuil de toxicité. Dans les 50 dernières années, les dioxines ont fait une seule victime, un ouvrier d'une usine chimique lors d'un accident à Ludwigshafen en Allemagne, en 1953, et aucune victime à Seveso. Il n'empêche : les dioxines sont perçues comme une menace.

Comment déterminer le dosage à partir duquel il y a danger ? Inversement, existe-t-il un dosage en dessous duquel il n'y a pas de danger ? Le bon sens populaire accepte l'existence d'un seuil d'innocuité pour nombre de produits : l'eau de Javel, l'alcool, le sel et bien d'autres. Nous savons qu'à haute dose le sel est un poison, aussi saupoudrons-nous notre bifteck avec modération.

Pour d'autres produits chimiques, curieusement et illogiquement, une partie de l'opinion ne croit pas à l'existence d'un seuil et extrapole linéairement les effets détectés pour les doses élevées vers les doses plus faibles. Si, dans le cas de l'amiante, l'exposition à 0,1 fibre par millilitre provoque une augmentation de 3 pour 1 000 des cancers chez l'homme, on en conclut qu'une exposition à 0,1 fibre par litre augmente les cancers de trois pour un million.

Cette approche est statistiquement discutable : le modèle linéaire n'est pas le seul applicable, même si c'est le plus intuitif. De plus, à supposer que le modèle linéaire explique bien le comportement des données observées – ce qui est d'ailleurs souvent le cas –, rien ne prouve qu'il reste valable et donc extrapolable en dehors des zones d'observation.

Par exemple, la taille des individus suit une remarquable courbe de Gauss. Si j'extrapole cette courbe de Gauss vers ses deux extrémités, je conclus qu'il doit y avoir quelque part sur Terre des géants de trois mètres de haut et des lilliputiens de 30 centimètres. Il n'en existe pas : donc mon extrapolation n'est pas licite.

En dessous d'un certain seuil, les mathématiques ne peuvent dire si, oui ou non, les faibles doses ont un effet. Pour détecter un accroissement de 1 pour 1 000 du nombre de cancers causés par l'exposition à un agent chimique donné à une concentration donnée avec une probabilité de 95 pour cent, il faudrait réunir une cohorte de 325 000 personnes présentant exactement les mêmes conditions d'exposition, et la suivre pendant 60 ans. C'est évidemment impraticable. Quant à une augmentation de 1 sur 10 000 et, *a fortiori*, 1 sur 1 000 000, on ne pourra jamais relier une cause possible à un effet aussi faible.

Que faire ? Ne pourrait-on revenir, comme disent les scientifiques, au but de la manip ? Si l'on fixe des normes de concentration maximale de produits toxiques dans l'air, dans l'eau, dans les aliments, ce n'est pas pour répondre à des craintes de l'opinion, ni bien sûr pour les entretenir, encore moins pour les susciter : c'est pour protéger la santé publique. Dans ce domaine, fixer des normes inférieures à la limite de signification statistique est inutile parce qu'on ne saura jamais si c'était nécessaire, et illusoire parce qu'on ne saura jamais si cela a été efficace.

Cette surprotection a un coût. La société doit établir une hiérarchie des risques et s'efforcer de pallier d'abord les plus calamiteux. Toute autre attitude conduit à une mauvaise gestion des fonds publics : il existe assez de périls chiffrables et donc certains contre lesquels il faut lutter.

Il n'existe peut-être pas de risque nul, il existe sûrement des risques négligeables, qu'il faut avoir l'honnêteté scientifique... et le courage politique de négliger.

Jean-Jacques DUBY est Conseiller scientifique de l'Institut national de l'environnement et des risques industriels et Directeur général de l'École supérieure d'électricité.

*<http://www.esef.org>

Arômes mesurés

HERVÉ THIS

Les masticateurs les plus lents sentent mieux les arômes des mets.



Quels arômes percevons-nous, lorsque nous mangeons ? Cette question est restée longtemps inabordable : les analyses chimiques ne déterminaient pas directement les concentrations en molécules aromatiques au voisinage des cellules réceptrices du nez. Depuis 1996, Andrew Taylor, Rob Linforth et leurs collègues de l'Université de Nottingham et de la Société *Firmenich* disposent d'un appareil qui montre comment les composés aromatiques sont libérés au cours de la mastication des aliments ; ils démontrent qu'un même aliment est différemment senti par chacun d'entre nous.

Composants importants du goût, les arômes sont des molécules volatiles qui stimulent les récepteurs du nez, lorsqu'elles remontent par les fosses rétro-nasales, lors de la mastication des aliments. Toutefois leur action sensorielle est difficile à analyser, car ces molécules interagissent avec la salive et avec divers composés également présents dans les aliments : le profil aromatique d'un aliment ne se résume pas à sa composition chimique.

Comme les molécules ne sont senties que si elles passent en phase vapeur, les physiologistes ont cherché à mesurer les concentrations en arômes dans l'air, au-dessus des aliments, mais comment se fier à ces mesures, quand la mas-

tication de la nourriture, la respiration et la salivation modifient la libération des arômes ? Pour connaître les arômes effectivement actifs d'un aliment, il fallait mesurer la libération d'arômes pendant la consommation.

La nouvelle spectrométrie de masse, mise au point par A. Taylor et ses collègues, mesure directement les concentrations en molécules d'arômes dans l'haleine de sujets qui mastiquent les aliments : un courant de gaz contenant les molécules volatiles à analyser est aspiré dans une chambre où une aiguille électriquement chargée ionise des molécules d'eau ; les ions hydrogène qui se forment transfèrent ensuite leur charge électrique aux molécules d'arôme, qui sont attirées par une série de plaques électriquement chargées dans une chambre de focalisation, où elles sont guidées jusque dans la chambre d'analyse.

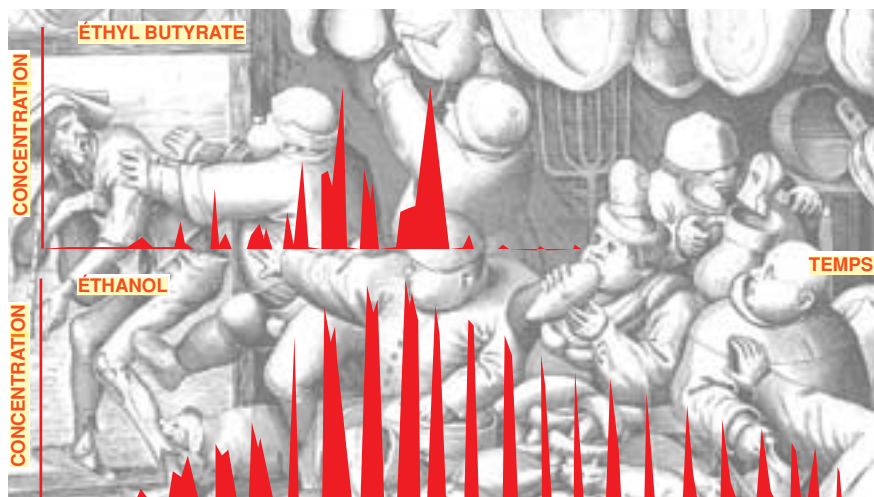
À l'aide de leur nouvel instrument, les chimistes britanniques ont d'abord examiné comment un gel de gélatine et de saccharose libère des composés volatils (de l'éthylbutyrate, que l'on trouve dans des fruits tels que la fraise, et de l'éthanol) piégés dans le gel : un tube placé dans une narine des sujets, qui pouvaient respirer sans gêne, captait une partie de l'air présent.

La première observation n'a rien de surprenant : les concentrations dans l'air

du nez varient périodiquement, au rythme de la respiration, et l'information intéressante, à chaque respiration, est la concentration maximale mesurée. Pour l'acétone, cette concentration maximale était identique, pour toutes les respirations, parce que la molécule, libérée par le métabolisme des acides gras dans le foie, se trouve naturellement dans l'haleine.

En revanche, l'éthylbutyrate et l'éthanol détectés dans l'haleine ne provenaient que du gel : l'éthylbutyrate n'était libéré que pendant la mastication, soit environ une minute, tandis que l'éthanol était libéré pendant plus longtemps : comme l'éthanol est soluble dans l'eau, il se dissout dans la salive après avoir été libéré par la rupture du gel, et c'est seulement ensuite qu'une partie passe dans l'air ; ce partage lent entre l'eau et l'air est stimulé par la mastication et il se prolonge même après la fin de celle-ci.

Les études confirment également ce qu'avaient pressenti les fabricants de chewing-gum : la libération d'arômes dépend de la vitesse de mastication et de la mollesse de la gomme. En outre, les études qui comparaient les réactions de trois personnes au même aliment (un gel de gélatine contenant de l'éthanol, du butanol et de l'hexanol) ont révélé l'« inégalité aromatique » des mangeurs. Pour chaque personne testée, la libération des arômes était différente : la concentration maximale dans l'haleine, et le temps après lequel cette concentration apparaissait, différaient selon la vitesse de mastication. Les mangeurs les plus rapides sont ceux pour lesquels les concentrations maximales en arômes sont inférieures, sans doute parce qu'ils divisent moins le gel. Brillat-Savarin avait donc raison : « Ceux qui mangent vite et sans attention ne discernent pas les impressions du second degré ; elles sont l'apanage exclusif du petit nombre d'élus ; et c'est par leur moyen qu'ils peuvent classer, par ordre d'excellence, les diverses substances soumises à leur examen. »



Mesure de la concentration en deux composés volatils dans l'haleine d'une personne qui mâche un gel de gélatine où ces composés sont piégés. Chaque pic correspond à une respiration.

Prochain rendez-vous France Info et Pour la Science, le 25 novembre 1997, avec la chronique Info Sciences de Marie-Odile Monchicourt.