



Café, thé et lait

HERVÉ THIS

Comment refroidir efficacement une boisson trop chaude.

Les gestes les plus quotidiens sont la source de questions pratiques. Se fait-on moins mouiller quand on court sous la pluie? A-t-on vraiment moins chaud quand on est vêtu de blanc? L'eau qui se vide d'une baignoire tourne-t-elle toujours dans le sens des aiguilles d'une montre, dans l'hémisphère Nord? Le test expérimental de ces questions est simple, mais nous le faisons trop rarement.

En cuisine, les petits mystères abondent. Par exemple, ce café que nous buvons tous les matins : il est toujours brûlant, et nous ne savons jamais bien comment le refroidir. De grands esprits s'y sont intéressés : selon le physicien britannique Stephen Hawking, ceux qui veulent éviter de se brûler la bouche ont intérêt à attendre quelques instants avant d'y mettre du sucre (s'ils sucent leur café) ; le refroidissement serait alors plus rapide que si l'on mettait le sucre tout de suite.

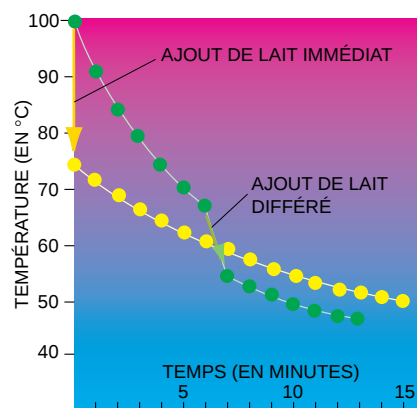
Quelle est la raison théorique de cette prévision? Les corps chauds rayonnent plus d'énergie que les corps froids (la loi de Stefan stipule que la chaleur rayonnée par unité de temps est proportionnelle à la puissance quatrième de la température absolue). En laissant le café refroidir spontanément, on profite de sa température supérieure, et donc de son rayonnement intense ; puis le sucre parachève le refroidissement en se dissolvant. Au contraire, en mettant le sucre immédiatement, on refroidit le café et on profite moins du rayonnement. C'est plausible, mais est-ce vrai?

L'expérience – toutes celles que l'on mentionne ici ont été faites dans des conditions contrôlées, qui reproduisent au mieux les conditions de dégustation – montre que l'effet prédit par S. Hawking est trop faible pour être observable! Elle révèle, en prime, que la tasse joue un effet important : au début du refroidissement, la tasse se réchauffe ; puis, comme elle ne rayonne que par conduction, elle se refroidit moins que le liquide, dont elle ralentit ensuite le refroidissement.

Et si l'on ajoutait du lait froid au lieu de sucre? L'effet prédit pour le sucre se manifesterait-il? Cette fois encore, l'expérimentation est à peine plus compliquée : on prépare une tasse de café

très chaud auquel on ajoute du lait à la température ambiante et on mesure le refroidissement ; on compare ce dernier à celui d'une tasse de café très chaud qu'on laisse refroidir, avant d'ajouter du lait froid, qui parfait le refroidissement.

Cette fois, la prévision théorique est juste : pour 20 centilitres de café bouillant que l'on refroidit initialement avec 7,5 centilitres de lait à la température ambiante, on atteint une température de 55 °C (une température supportable) après dix minutes environ ; si l'on attend que le café ait atteint 75 °C pour lui ajouter le lait, on atteint cette même température de 55 °C après quatre minutes seulement. La connaissance d'une loi élémentaire de la physique divise l'attente par deux.



Le refroidissement de café additionné de lait.

Et pour ceux qui ne veulent ni sucre ni lait? Une petite cuiller métallique immergée dans le café serait-elle un radiateur efficace? La chaleur du café se propagerait-elle rapidement dans le métal de la cuiller, qui rayonnerait alors de la chaleur dans la pièce?

Ne prenons pas les paris, ne faisons pas le calcul, mais utilisons un thermocouple pour faire la mesure : nous verrons que l'effet de la petite cuiller est quasi nul : quand on part de deux tasses dont le café est à la température initiale de 100 °C, la différence de température après dix minutes d'attente est inférieure à un degré. La petite cuiller n'est pas un radiateur efficace, même quand elle est en argent.

Le café refroidit lentement, mais le thé? La différence de couleur, dont dépend le rayonnement, ne modifie pas notablement le refroidissement : quand les deux tasses sont identiques et les quantités de liquide égales, les courbes de refroidissement se confondent exactement. En revanche, un grand bol de thé peut effectivement se refroidir plus lentement qu'une petite tasse de café, mais c'est là une autre question.

Terminons par explorer le dernier comportement intuitif des buveurs de breuvages chauds : est-il efficace de souffler sur le café pour le refroidir? Et de le remuer? L'expérience montre qu'un liquide bouillant qui refroidit spontanément de 11 °C par minute refroidit de 6 °C par minute quand il est agité et qu'on souffle dessus. Vaut-il mieux agiter ou souffler?

L'agitation qui a été testée avait deux effets : elle uniformise la température, de sorte qu'elle fait venir en surface le liquide le plus chaud, ce qui accélère le refroidissement, et elle augmente en outre la surface d'échange de l'air froid et de l'eau chaude, lors que le liquide est soulevé par le cuiller. La ventilation, elle, élimine les molécules d'eau les plus rapides, qui étaient passées en phase vapeur ; ces molécules ne reviennent alors pas dans le liquide, dont l'énergie cinétique moyenne des molécules diminue. Comme la température mesure la vitesse d'agitation moléculaire moyenne, le liquide refroidit.

Soufflons alors vigoureusement sur une tasse tandis que nous agitions énergiquement le contenu de l'autre tasse, en cherchant à augmenter le plus possible la surface de contact, conformément à la description théorique ; qu'observons-nous? Je vous laisse essayer de le prévoir théoriquement...

Souffler est bien plus efficace qu'agiter : le même café qui perd six degrés par minute quand on souffle dessus, ne refroidit que de 3,5 degrés quand on l'agite.

Prochain rendez-vous France Info et Pour la Science le 24 septembre 1998, avec la chronique Info Science de Marie-Odile Monchicourt.

Un vaccin contesté...

PHILIPPE KOURILSKY

... mais pourquoi? Les inquiétudes sur une possible nocivité du vaccin contre l'hépatite B ne sont fondées, ni sur les statistiques ni sur les connaissances biologiques.



Lors de son élaboration, un vaccin est testé sur 5 à 10 000 volontaires, ce qui ne permet pas de déceler des événements indésirables qui surviendraient dans moins d'un cas sur quelques milliers. Après sa mise sur le marché, un suivi à grande échelle est donc organisé. Bien entendu, parmi les millions d'individus vaccinés, certains – à la limite, tous – tomberont malades tôt ou tard, et il est difficile de distinguer les pathologies qui n'ont aucun lien avec la vaccination de celles qui en seraient la conséquence.

Les trois vaccins contre l'hépatite B distribués en France depuis 1989 sont constitués par la protéine d'enveloppe du virus, fabriquée par génie génétique, dont ce fut l'un des premiers succès. Nul ne peut sérieusement arguer que cette qualité leur confère une dangerosité mystérieuse, d'autant que le vaccin antérieur était préparé à partir du plasma d'individus infectés.

Six cents millions de personnes ont été vaccinées dans le monde. La vaccination est très efficace ; de plus, une étude menée à Taïwan vient d'apporter la preuve directe que la vaccination fait décroître l'incidence de cancers du foie, conséquence fréquente des hépatites antérieures. La France est, en 1998, le seul pays où s'est développée une vive polémique : les vaccins contre l'hépatite B sont accusés de favoriser le développement de pathologies diverses, dont la sclérose en plaques. Des actions en justice ont été intentées contre les fabricants de vaccin, et les plaignants souhaitent aujourd'hui contraindre les pouvoirs publics à arrêter la vaccination de masse. Mais quels sont les faits ?

Au plan statistique, l'Agence du médicament, au 31 mars 1998, avait relevé 271 cas déclarés d'atteintes démyélinisantes pour 20 à 25 millions de vaccinés, alors que, d'après le taux d'incidence générale de ces maladies (3 à 5 pour 100 000), on en attendait deux à trois fois plus chez les vaccinés. On trouve des chiffres semblables dans d'autres pays. En 1997, l'Organisation mondiale de la Santé* a réaffirmé la sécurité du vaccin et rappelé que l'incidence de la sclérose en plaques n'est pas augmentée chez les deux milliards d'individus qui, dans le

monde, ont été exposés au virus de l'hépatite B (et donc à de fortes doses de l'antigène vaccinant) et, notamment, chez les 350 millions de porteurs chroniques. D'ailleurs, la prévalence de l'hépatite B décroît du Sud vers le Nord, alors que celle de la sclérose en plaques augmente.

Existerait-il, au plan biologique, des données qui suggèrent un lien causal entre vaccination et sclérose en plaques ? L'origine de cette maladie est encore mal comprise. Aucune réaction auto-immune croisée avec le vaccin qui conforterait l'idée d'un mimétisme moléculaire, n'a été décrite à ce jour. Y aurait-il des composantes génétiques ? La sclérose en plaques affecte plus fréquemment les individus porteurs de certains gènes (allèles HLA). Après la vaccination par le BCG, un enfant sur un million environ développe une BCG-ite, due à la dissémination dans l'organisme du bacille vaccinal. Il a été récemment montré que la plupart de ces enfants sont porteurs de mutations responsables d'une immunodéficience modérée passée inaperçue. De même, la vaccination contre l'hépatite B pourrait révéler une sous-population porteuse de mutations qui prédisposeraient à la sclérose en plaques ? Si tel est le cas, cette population doit être très peu nombreuse, sinon elle n'échapperait pas à l'analyse statistique. Et pourquoi le phénomène serait-il hexagonal ? Il faudrait supposer que ces mutations sont plus fréquentes en France, ou invoquer d'autres paramètres culturels (alimentation ?) ou environnementaux. On est conduit à accumuler des hypothèses *ad hoc* pour tenter d'expliquer une association que rien dans les statistiques n'indique à ce jour, ni en France, ni ailleurs.

Pourquoi ce vaccin est-il si contesté ? Comme je l'ai discuté récemment**, le phénomène, peut-être lié au fait qu'il s'agit d'une des premières vaccinations de masse de l'adulte, résulte d'un dérapage de l'information conjugué aux peurs d'une partie du public. Les articles de presse qui l'ont déclenché se fondaient sur le nombre de scléroses en plaques chez les vaccinés, en omettant de comparer ce dernier à la fréquence de la maladie dans l'en-

semble de la population. De telles dérives illustrent à la fois la difficulté d'informer et une carence sociale dans la perception et la gestion des risques. Elles ne sont pas sans conséquences sur la santé publique : en France, le rythme de la vaccination contre l'hépatite B a fléchi en 1997 et 1998. La sécurité du vaccin est surtout mise en cause chez l'adulte. Il est important de noter que, chez le nourrisson, elle est contestée par certains en raison de son « inutilité » plus que de son « insécurité ». Or, elle offre une protection de très long terme qui pourrait s'étendre de l'enfance à l'âge adulte. Afin d'élargir la couverture sans peser sur le calendrier vaccinal, les fabricants, avec l'accord et l'appui des autorités de santé, se sont engagés depuis plusieurs années dans le développement lourd et compliqué de combinaisons pédiatriques qui incluent l'hépatite B.

La contestation de la vaccination n'est pas neuve. Des hypothèses d'association avec diverses pathologies sont régulièrement formulées dans tel ou tel pays et non moins régulièrement invalidées au plan statistique. On ne peut, en matière de vaccination comme de médicament, prétendre à la sécurité absolue, et les calculs coût-bénéfice, qui font sens au plan collectif, sont difficiles à gérer au plan individuel. En France (contrairement à l'Italie, par exemple), la vaccination contre l'hépatite B est recommandée, mais non imposée. Il appartient aux individus de peser leur responsabilité face à un acte vaccinal qui, au plan collectif, contribue à limiter la diffusion d'une maladie grave et, au plan personnel, élimine les risques d'une hépatite parfois mortelle et des cancers qui peuvent en résulter.

Philippe KOURILSKY est Professeur au Collège de France et directeur de l'Unité INSERM 277 à l'Institut Pasteur.

*** Relevé épidémiologique hebdomadaire, n° 21, mai 1997, accessible sur le site Internet de Pour la Science.**

**** La science en partage, éditions Odile Jacob, 1998.**

