

vasoconstriction créant le gradient de température entre la peau et les organes s'exerce aussi dans les bronches. Cela provoque une diminution des défenses immunitaires et mécaniques de l'organisme : d'une part, les cellules immunitaires du sang éliminent moins bien les bactéries et, d'autre part, les cils bronchiques qui nettoient en permanence les bronches ne sont plus aussi efficaces. En outre, la diminution de l'ensoleillement et de la température modifie plusieurs paramètres physiologiques ; par exemple, la concentration en vitamine D, qui participe aux défenses immunitaires et est produite par la peau sous l'effet des rayonnements ultraviolets, diminue en hiver.

D'autres facteurs environnementaux favorisent les infections hivernales. La sécheresse accompagnant le froid et les polluants atmosphériques, dont les concentrations augmentent, car les habitations sont insuffisamment ventilées, provoquent une

irritation des voies nasales et bronchiques. On constate alors à la surface des cellules nasales une augmentation du nombre de protéines ICAM1, « serrures » par lesquelles les rhinovirus, responsables du rhume, entrent dans les cellules et les infectent.

Ainsi, les organismes humains sont fragilisés par le froid, qui, au contraire, permet à certains virus de persister plus longtemps dans l'air. Par exemple, le virus de la grippe se multiplie dans les cellules de la personne infectée. Les particules virales sont recouvertes d'une coque, composée d'éléments lipidiques des membranes cellulaires de l'individu infecté ; cette coque doit être assez résistante pour protéger le virus quand il est dans l'air, mais pas trop pour qu'elle puisse libérer son contenu au contact de la muqueuse nasale d'une future victime. Or la durée de vie de cette coque dans l'air et, par conséquent, celle du virus augmentent quand la température extérieure diminue : son pouvoir contagieux en est renforcé.

En outre, lors d'une épidémie, la majorité de la population est en contact à un moment ou à un autre avec l'agent infectieux, et développe une réaction immunitaire qui permet de lutter contre l'infection. Pendant quelque

temps, une nouvelle épidémie avec le même agent est donc peu probable ; puis, après un délai qui dépend du type de micro-organisme, la population redevient sensible, soit par disparition de l'immunité si l'agent était peu « immunogène », soit parce que cet agent a muté, si bien qu'il n'est plus reconnu par le système immunitaire des individus exposés au premier virus. En hiver, plusieurs épidémies de virus proches peuvent apparaître par vagues. Par ailleurs, une infection détourne une grande partie des ressources immunitaires contre l'agent en cause, si bien que l'individu risque de se retrouver désarmé face à d'autres pathogènes. C'est ce qui explique qu'une personne infectée par la grippe contracte parfois une pneumonie à pneumocoques.

Enfin, l'état sanitaire général de la population est également un point important. Se défendre contre une infection mobilise des ressources physiologiques qu'il faut être capable de fournir. Certaines personnes risquent plus que d'autres de contracter une infection : les nourrissons, les femmes enceintes, les personnes âgées ou celles souffrant déjà d'une autre pathologie. Cet état sanitaire dépend bien sûr du statut socio-économique de la population et de facteurs tels que la malnutrition, voire la dénutrition.

Malgré l'accumulation de données épidémiologiques et une meilleure compréhension des mécanismes physiopathologiques, notre capacité à modéliser la surmortalité par temps froid reste limitée. À la fin des années 1960, Ronald Douglas, de l'Université du Texas, et ses collègues n'ont pas réussi à relier l'infection par le rhinovirus à une simple exposition à de l'air froid, car le nombre de facteurs pouvant jouer un rôle est trop important. À l'inverse, d'autres facteurs ont été reliés au risque d'attraper un rhume, alors qu'il n'y a pas de relation de causalité directe : par exemple, un temps de sommeil inférieur à sept heures multiplie par trois ce risque (mais on ignore si le manque de sommeil diminue les défenses immunitaires ou s'il s'agit d'un biais statistique).

De surcroît, le refroidissement de l'organisme au-dessous de 37 °C, par exemple,

dépend non seulement de la température extérieure, mais aussi de phénomènes d'évaporation, liés à l'humidité et à la présence de vent fort. Ainsi, une température de -10 °C avec un vent soufflant à 30 kilomètres par heure correspond à -18 °C sans vent. De même, certains déterminants, telles la pollution ou la promiscuité, sont difficiles à quantifier. Sans compter le rôle des déplacements, notamment en avion, ou de la mode vestimentaire ou encore des événements naturels, tels qu'une inondation.

Peut-on réduire les risques de contamination ?

En résumé, on « attrape froid » et on tombe malade en hiver quand les défenses de l'organisme sont affaiblies et les virus plus nombreux qu'en été. Ce sont ces paramètres, conséquences du froid, qui sont responsables de la recrudescence des maladies infectieuses en hiver.

Peut-on l'éviter ? L'écharpe ou le grog permettent-ils de se protéger par temps froid ? Probablement pas, car ils n'empêchent pas d'être en contact avec les agents infectieux, et ne suffisent pas à réchauffer l'organisme, ni l'air inspiré. En revanche, placer l'écharpe sur le nez réchauffe l'air avant son entrée dans les poumons, et évite la vasoconstriction des bronches

dont nous avons évoqué les conséquences néfastes.

Enfin, n'oublions pas que la plupart des pathogènes sont transmis par les mains et que le lavage régulier est l'une des meilleures protections possibles contre les infections. Et rappelons qu'en ce début d'automne, la vaccination contre la grippe, l'utilisation de mouchoirs jetables, et le port d'un masque restent les meilleurs moyens de se protéger et de protéger les autres, en particulier les plus fragiles, contre les maladies respiratoires infectieuses. ■

Luc de SAINT-MARTIN PERNOT est médecin interniste au Centre hospitalier régional universitaire de Brest.

De Galois aux corps finis

Le 25 octobre 2011 marque le bicentenaire de la naissance d'Évariste Galois. Les découvertes du fougueux jeune homme, notamment sur les structures algébriques nommées corps finis, ont profondément marqué les mathématiques.

Antoine Chambert-Loir

L'ESSENTIEL

- ✓ Évariste Galois était un mathématicien prodige, mais incompris. Il est mort très jeune dans des conditions tragiques.
- ✓ Il a découvert un important critère pour déterminer si une équation polynomiale est résoluble par radicaux.
- ✓ Galois est notamment à l'origine de la théorie des groupes et de celle des corps finis.
- ✓ Son héritage mathématique traverse de nombreux domaines et a des applications par exemple en cryptographie.

Bruno Baurgeois

Cet automne, les mathématiciens célèbrent le 200^e anniversaire de la naissance d'Évariste Galois. Au cours de sa brève et tumultueuse vie, ce mathématicien prodigieux, dont l'œuvre tient pourtant en à peine 60 pages, a fait plusieurs découvertes fondamentales relatives à la théorie des équations polynomiales. En particulier, on lui doit l'émergence des notions de groupe et de corps fini, des structures algébriques qui jouent aujourd'hui un rôle crucial dans de nombreux domaines des mathématiques et de leurs applications.

Le 200^e anniversaire de la naissance de Galois offre l'occasion de revenir sur ces travaux qui ont marqué l'histoire des mathématiques et dont la postérité reste bien vivante. Nous passerons ainsi des équations polynomiales aux équations en congruence, qui permettent d'introduire les corps finis, puis nous terminerons par l'une des applications de la théorie des corps finis, le cryptage dit asymétrique.

Commençons par les équations polynomiales. Les équations qui nous intéressent ici ont une seule inconnue, qui représente un nombre et que nous note-

rons x . Elles prennent la forme d'une relation mettant en jeu des sommes de puissances entières et positives (x , x^2 , x^3 , etc.) de ce nombre. La plus grande puissance qui apparaît dans l'équation est le « degré » de l'équation.

Les équations polynomiales de degré 1 sont élémentaires. Un exemple est l'équation $3x - 5 = 0$, dont la solution s'obtient en faisant passer le terme constant (ici, 5) dans le second membre et en divisant l'équation par le coefficient de x (ici, 3). On trouve ainsi la solution $x = 5/3$.

Existe-t-il une formule pour la solution ?

En degré 2, l'équation prend la forme $ax^2 + bx + c = 0$, où a , b et c sont trois paramètres, avec $a \neq 0$; un exemple d'une telle équation est $x^2 - x - 1 = 0$ (dont une des deux solutions est le nombre d'or). On sait résoudre toutes les équations de degré 2 depuis environ quatre siècles; la solution générale est donnée par la formule $x = (-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac})/2a$. Cette dernière est bien connue des lycéens, et l'on peut