

La fièvre, les nausées, les vomissements, la diarrhée, l'anxiété, la fatigue, les éternuements ou l'inflammation sont également des mécanismes de défense. La fièvre, par exemple, ne résulte pas d'une simple augmentation du métabolisme : c'est une élévation – parfaitement contrôlée – de la température corporelle, laquelle favorise la destruction des agents pathogènes. À l'Institut Lovelace d'Albuquerque, Matthew Kluger a observé que, quand les lézards (des animaux à sang froid) ont une infection, ils se déplacent vers des zones plus chaudes de leur cage, jusqu'à ce que leur température corporelle augmente de quelques degrés au-dessus de sa valeur normale. Quand on les en empêche, ils meurent davantage de l'infection. De même, des rats âgés et malades dont la température corporelle n'atteint plus celle des autres rats de laboratoire plus jeunes recherchent instinctivement les endroits les plus chauds.

Une faible concentration sanguine en fer est un autre mécanisme de défense mal connu. Les personnes souffrant d'infection chronique ont souvent des concentrations sanguines en fer inférieures à la normale, et cette anomalie est une réaction de défense : pendant l'infection, le fer est piégé dans

le foie, ce qui empêche les bactéries qui ont envahi l'organisme de se procurer, aux dépens du malade, cet élément qui leur est indispensable.

Les nausées matinales ont été longtemps considérées comme une conséquence désagréable de la grossesse, mais elles ont lieu au cours de la période de différenciation rapide des tissus fœtaux, lorsque le fœtus en développement est tout particulièrement sensible à d'éventuelles toxines. Les femmes ayant des nausées mangent peu de plats épicés, qui sont potentiellement dangereux. Les nausées seraient-elles alors une réaction adaptative évitant au fœtus d'être exposé aux toxines ingérées par la mère ? Une étude, aux États-Unis, a révélé que les femmes qui ont le plus de nausées sont celles pour lesquelles le nombre d'avortements spontanés est inférieur. Ce résultat devra être corroboré par d'autres études. Les femelles d'autres espèces que la nôtre modifient-elles également leurs préférences alimentaires lorsqu'elles sont gravides ? On devra également vérifier que les malformations sont plus fréquentes chez les enfants dont les mères ont eu peu de nausées matinales et ont conservé une alimentation très variée pendant leur grossesse.

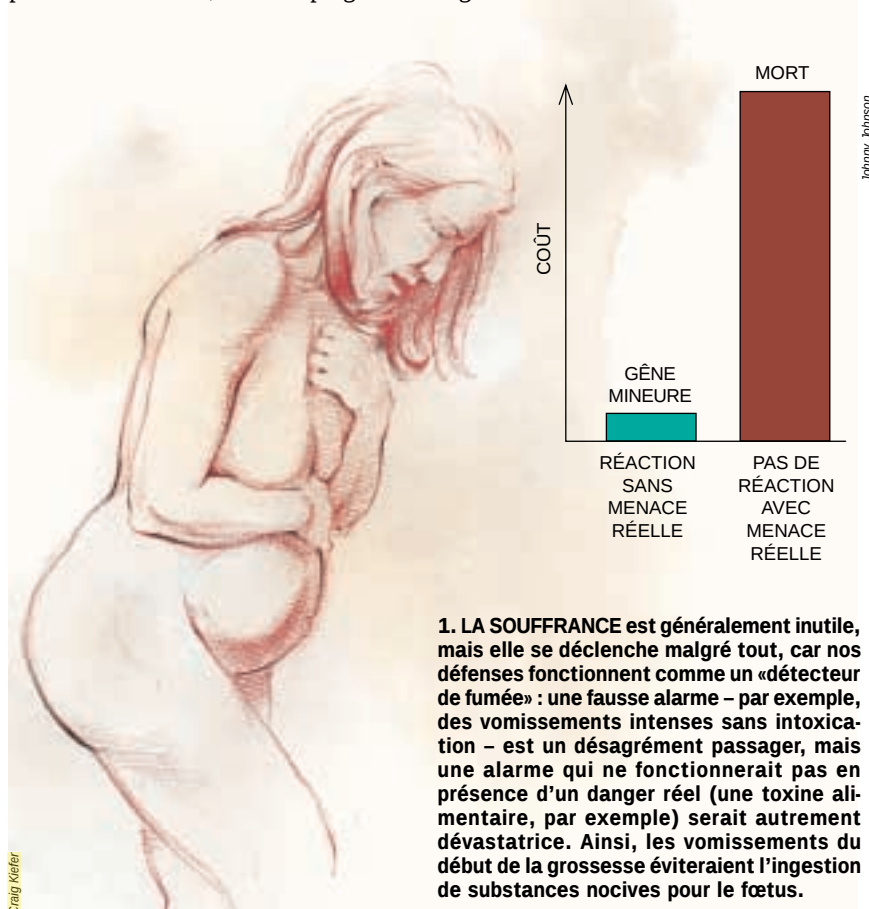
Un autre comportement, l'anxiété, semble être une réaction de défense face aux situations périlleuses, car elle augmente la vigilance et favorise la fuite. En 1992, à l'Université de Louisville, Lee Dugatkin a évalué les avantages de la peur chez des guppies (de petits poissons très colorés) face à un de leurs prédateurs, une perche. Les guppies sont de trois types : timides, normaux ou audacieux. En présence du prédateur, les timides se cachent, les normaux s'éloignent en nageant, et les audacieux restent sur place et font face à la perche. Chaque groupe de guppies a été isolé dans un aquarium avec une perche. Après 60 heures, 40 pour cent des guppies timides avaient survécu, contre seulement 15 pour cent des normaux. Quant au groupe des audacieux, il avait disparu et, avec eux, leurs gènes d'intrépidité.

Les gènes de l'anxiété ayant été sélectionnés par l'évolution, il doit exister des personnes excessivement anxieuses, ce qui est effectivement le cas, et aussi des personnes qui ne sont pas assez anxieuses, soit pour des raisons génétiques, soit parce qu'elles prennent des médicaments anxiolytiques. On ignore la nature exacte et la fréquence du syndrome de non-anxiété, car peu de personnes qui en sont atteintes consultent un psychiatre. Pourtant, si l'on recherchait ces personnes, on les trouverait certainement dans les salles des urgences, dans les prisons, parmi les chômeurs, etc.

Un détecteur d'incendie

Si la sélection naturelle a mis au point des mécanismes qui défendent l'organisme, pourquoi les médicaments qui inhibent les défenses ne sont-ils pas nuisibles ? En fait, nous nous faisons parfois du mal en inhibant ainsi nos défenses naturelles.

Herbert DuPont, de l'Université de Houston, et Richard Hornick, de l'Hôpital régional d'Orlando, ont étudié la diarrhée provoquée par la bactérie *Shigella* : ils ont constaté que les personnes qui absorbent des médicaments antidiarrhéiques restent malades plus longtemps et ont plus de complications que celles qui prennent un placebo. De même, Eugène Weinberg, de l'Université d'Indiana, a constaté que, dans certaines régions d'Afrique, l'administration de fer contre les carences favorise les maladies infectieuses, notamment les amibiases. En effet, si



1. LA SOUFFRANCE est généralement inutile, mais elle se déclenche malgré tout, car nos défenses fonctionnent comme un «détecteur de fumée» : une fausse alarme – par exemple, des vomissements intenses sans intoxication – est un désagrément passager, mais une alarme qui ne fonctionnerait pas en présence d'un danger réel (une toxine alimentaire, par exemple) serait autrement dévastatrice. Ainsi, les vomissements du début de la grossesse éviteraient l'ingestion de substances nocives pour le fœtus.

le fer administré par voie orale a peu de conséquences chez les personnes en bonne santé confrontées accidentellement à une infection, il risque d'être nuisible chez les personnes dénutries qui sont infectées : elles ne fabriquent pas assez de protéines pour fixer le fer, lequel reste libre et est utilisé par les micro-organismes infectieux.

Un médicament antinauséux a récemment été rendu responsable de malformations de naissance. Apparemment, personne n'a pensé que le médicament était nocif, parce qu'il arrêta les nausées «bienfaitrices» des femmes.

On mesure mal l'importance des mécanismes naturels de défense, parce que de nombreuses personnes subissent, en apparence inutilement, des épisodes d'anxiété, de douleur, de fièvre, de diarrhée ou de nausée. Pour l'expliquer, on doit analyser la régulation des réactions de défense d'après la théorie de la détection des signaux : une toxine libérée dans l'estomac par une substance que l'on a ingérée peut être évacuée par des vomissements. Une fausse alarme – des vomissements sans la présence de toxines – ne coûte que quelques calories, tandis qu'une absence de vomissements malgré la présence d'une toxine risque d'entraîner la mort.

La sélection naturelle semble mettre en place des mécanismes de régulation qui fonctionnent selon le principe des détecteurs de fumée : ces appareils sont inutiles quand ils ne sont pas assez sensibles, mais, s'ils le sont trop, ils risquent de provoquer de fausses alarmes. Les nombreux «détecteurs de fumée» de l'organisme humain engendrent des souffrances souvent notables, parfaitement normales, mais inutiles. Cette observation explique pourquoi l'inhibition des défenses naturelles n'a généralement pas de conséquences graves : comme la plupart des réactions de défense sont inutiles, leur inhibition est généralement sans danger. La majorité des alarmes ne sont que de fausses alertes, et l'on peut débrancher le détecteur de fumée... jusqu'au jour où un véritable incendie éclate !

La sélection naturelle ne nous a pas dotés d'une protection parfaite contre tous les agents pathogènes, car ces derniers évoluent beaucoup plus vite que nous. En une journée, les bactéries, qui se multiplient très rapidement, ont autant d'occasions de mutations et de sélections que l'homme en mille ans. Quant à nos défenses, naturelles ou

Évolution de la virulence

Les modifications de la virulence sont liées à l'histoire des agents infectieux et à leur mode de transmission. Les infections qui se propagent par contact direct sont généralement dues à des agents pathogènes peu virulents : les personnes infectées restent alors suffisamment valides pour interagir avec d'autres personnes, qu'elles contaminent à leur tour. Au contraire, lorsque

les agents pathogènes sont transmis même si les personnes restent alitées, la virulence se renforce. Des choix de comportement, par exemple l'utilisation de préservatifs, peuvent aussi modifier la stratégie de l'agent pathogène (si le VIH n'est plus transmis par voie sexuelle, il devra éparagner plus longtemps les personnes contaminées, sinon il disparaîtra avec elles).



FACTEURS FAVORISANT
UNE VIRULENCE ÉLEVÉE

Transmission de la maladie
par des vecteurs intermédiaires
(les moustiques, les mains du personnel
soignant, les réserves d'eau insalubres)
Rapports sexuels non protégés
et/ou partenaires multiples



FACTEURS FAVORISANT
UNE VIRULENCE ATTÉNUÉE

Transmission de personne à personne
(par les éternuements, la toux,
ou les contacts)
Rapports sexuels protégés
et/ou partenaire unique

Craig Kéfer

artificielles, elles exercent une pression de sélection. Si les agents pathogènes n'évoluent pas rapidement pour adopter une stratégie défensive efficace, ils disparaissent.

L'adaptabilité des micro-organismes

Paul Ewald, du Collège Amherst, classe les phénomènes associés à une infection en plusieurs catégories selon qu'ils bénéficient à l'hôte, à l'agent pathogène, aux deux ou à aucun des deux. Par exemple, quand le nez coule pendant un rhume, les sécrétions de la muqueuse nasale servent-elles à évacuer les agents pathogènes ? Accélèrent-elles la transmission à d'autres hôtes ? Pour estimer l'importance de chaque effet, on pourrait faire l'expérience de bloquer l'écoulement des sécrétions nasales et observer si l'état pathologique du malade est plus court ou plus long.

Notre espèce a remporté plusieurs victoires contre les agents pathogènes grâce aux antibiotiques et aux vaccins. Ces victoires furent si rapides et

apparemment si complètes que l'on a cru vaincre définitivement les maladies infectieuses. C'était sous-estimer l'ennemi et la puissance de la sélection naturelle : les micro-organismes pathogènes semblent s'adapter à tous les progrès thérapeutiques.

La résistance des bactéries aux antibiotiques illustre la puissance de la sélection naturelle. Les bactéries ayant des gènes qui leur permettent de survivre malgré la présence d'un antibiotique se reproduisent plus rapidement que les autres, de sorte que les gènes qui confèrent cette résistance sont rapidement transmis dans les populations de survivants. À l'Institut Rockefeller, Joshua Lederberg a montré que ces gènes, portés par des morceaux d'ADN infectieux, se transmettent même entre bactéries d'espèces différentes. Aujourd'hui, certaines souches de l'agent de la tuberculose résistent aux trois principaux traitements antibiotiques disponibles, et les malades contaminés par ces souches n'ont guère plus d'espoir de survie que les tuberculeux qui vivaient il y a 100 ans.