

A

CTUALITÉS

P.6 Échos des labos

P.18 Livres du mois

P.20 Agenda

P.22 Homo sapiens informaticus

P.24 Questions de confiance

SANTÉ

LE SUCRE, ENNEMI DU SOMMEIL ET DE LA BONNE HUMEUR



Manger une sucrerie avant de se coucher rassérène peut-être sur le moment, mais favoriserait aussi les troubles du sommeil et la dépression.

Une envie subite de sucre parce qu'il fait froid, que vous êtes déprimé, fatigué... ? Mieux vaut s'abstenir si l'on ne veut pas aggraver ces troubles.

C'est l'hiver, vous êtes fatigué, déprimé, manquez de soleil et trouvez du plaisir à manger un bon morceau de chocolat au lait, un macaron ou une pâtisserie délicieusement sucrée avant de vous mettre au lit. Car vous espérez un bon sommeil réparateur. Malheureusement, vous ruminez vos soucis et n'arrivez pas à vous endormir. Et si tous ces problèmes – l'envie de sucre, l'humeur morose et l'insomnie – étaient liés? C'est ce que suggèrent deux études récentes: une alimentation sucrée a des conséquences négatives sur notre sommeil et notre bien-être psychologique.

Dans nos régions, en hiver, le manque de lumière du soleil perturbe les rythmes circadiens biologiques qui contrôlent nos périodes d'éveil et d'endormissement. Avec un effet négatif que ressentent environ 30% des adultes: une humeur et une énergie au plus bas, et même la dépression pour 5 à 10% de la population, selon Daniel Reis, de l'université du Kansas, aux États-Unis, et ses collègues. Quel est alors le remède? Manger quelque chose de sucré. Car l'ingestion de sucre procure effectivement un plaisir instantané qui soulage momentanément les symptômes dépressifs. Mais à long terme, c'est une autre histoire.

Dans une vaste revue de la littérature scientifique, les chercheurs américains ont en effet montré que la consommation de sucres ajoutés ou transformés amplifie les symptômes dépressifs en perturbant plusieurs fonctions de l'organisme.

D'abord, elle induit une inflammation systémique (de tout le corps): le sucre est une substance pro-inflammatoire, et l'inflammation a des effets négatifs sur le corps et le cerveau, augmentant le risque de souffrir de dépression. Ses effets sont aussi néfastes sur notre microbiote intestinal – les microorganismes qui peuplent les intestins; le sucre favorise le développement d'espèces pro-inflammatoires, et l'on sait que la flore intestinale a un impact sur la santé mentale.

D'autres mécanismes sont mis en avant: la résistance à l'insuline (l'hormone libérée pour diminuer la concentration

sanguine de sucre, ou glycémie), la perturbation du système cérébral de la récompense et du plaisir (car le sucre agit comme une drogue), ainsi qu'un état de stress cellulaire global.

Tous ces effets négatifs du sucre expliquent peut-être aussi ses conséquences délétères sur le sommeil. Car la pâtisserie avalée juste avant d'aller au lit n'est pas une bonne chose, d'après James Gangwish, de l'université Columbia, à New York, et ses collègues, qui ont analysé l'alimentation de 50 000 femmes pendant trois ans, ainsi que la qualité de leur sommeil.

Les chercheurs ont distingué les sucres consommés selon leur indice glycémique, c'est-à-dire selon leur effet sur la glycémie durant les deux heures suivant l'ingestion. Les sucres hautement raffinés, comme les sucreries, les boissons sucrées, le pain blanc et le riz blanc, ont un indice élevé, car ils augmentent tout de suite la glycémie, alors que les sucres complexes, comme les glucides des céréales complètes ou ceux des fruits, ont un indice faible (les fibres ralentissant l'absorption du sucre).

Ainsi, plus les femmes consommaient de sucres à indice glycémique élevé, plus elles souffraient de troubles du sommeil et d'insomnie. À l'inverse, plus elles mangeaient de fruits et légumes, mieux elles dormaient. Car la hausse rapide de la glycémie entraîne la sécrétion d'insuline, d'où une chute de la glycémie qui provoque souvent la libération d'autres hormones, comme l'adrénaline et le cortisol, des molécules du « stress » et de l'agitation.

Il est donc certain, pour les chercheurs, que trop de sucre en période hivernale amplifie un mal-être général et est susceptible d'augmenter le risque de dépression et de troubles du sommeil, sans que l'on sache vraiment quel est le seuil maximal à ne pas dépasser. En effet, en termes d'alimentation, chaque personne ne réagit pas de la même façon. Les associations de santé américaines et françaises, ainsi que l'OMS, suggèrent toutefois que 25 grammes de sucres ajoutés par jour sont raisonnables. Une limite hélas souvent vite dépassée... ■

BÉNÉDICTE SALTHUN-LASSALLE

D. J. Reis *et al.*, *Medical Hypotheses*, vol. 134, article 109421, 2020 ; J. E. Gangwish *et al.*, *The American Journal of Clinical Nutrition*, en ligne le 11 décembre 2019

GÉOSCIENCES

Séisme du Teil : l'activité minière en cause ?

Le 11 novembre 2019, un séisme de magnitude 5,4 endommageait 825 logements et églises au Teil, dans le sud de l'Ardèche. Le CNRS a créé un groupe de travail pour rechercher ses causes possibles. Jean-Paul Ampuero, qui y participe, nous précise les premières conclusions de cette équipe.



Propos recueillis par FRANÇOIS SAVATIER

JEAN-PAUL AMPUERO
directeur de recherche
à l'Institut de recherche
pour le développement

Pourquoi le CNRS a-t-il mis en place un comité d'experts pour ce séisme ?

La très faible profondeur de ce séisme de magnitude supérieure à 5 et le nombre particulièrement faible de ses répliques le rendaient atypique. Dès lors, le CNRS a souhaité que le phénomène et ses origines soient étudiés.

La tectonique l'explique-t-elle ?

Oui, en grande partie, puisque ce séisme résulte d'une rupture de la faille de Rouvière, nommée d'après l'un des hameaux du village du Teil. Cette faille se trouve dans une zone sismique connue, mais rarement active, ce qui explique la surprise générale à la survenue du séisme.

Quels mécanismes peuvent avoir mis la faille sous tension ?

Nous en voyons trois : la pression exercée sur la vallée du Rhône par la masse des Alpes proches ; l'élévation de la région se poursuivant toujours un peu après la disparition des énormes glaciers qui pesaient sur les Alpes il y a 20 000 ans ; l'érosion, qui a supprimé de la masse surmontant la faille. Ces effets sont si faibles que nous n'arrivons pas à les mesurer... C'est leur accumulation au cours d'une longue période qui explique l'énergie du séisme.

Mais il semble qu'une partie de l'érosion locale soit due aux activités humaines...

En effet, puisqu'une carrière surmonte la faille ! Avec l'aide de la société Lafarge qui exploite cette carrière, nos sismologues ont retracé les enlèvements de masse dans la zone depuis 1946, puis calculé et cartographié le surcroît de contraintes induit sur la faille. Il est très faible et n'explique en aucun cas la magnitude du séisme ; mais ce surcroît semble assez grand pour exercer une influence sur la tectonique.

Cela signifie-t-il que la carrière a déclenché le séisme ?

C'est une possibilité, que nous explorons en essayant de situer le point de départ du séisme. Plongeant depuis le nord à 50 degrés, la faille passe quelque 1 000 mètres sous la carrière, soit la profondeur estimée du séisme. Les calculs issus des données sismologiques placent son épicentre hors de la zone d'accroissement des contraintes sur la faille, mais le résultat change si l'on prend en compte l'enregistrement d'un sismomètre installé aux abords de la carrière par Lafarge pour surveiller les nuisances dues aux tirs de carrière. Compte tenu de cette donnée, l'épicentre est en plein dans la zone d'influence de la carrière...

Bref, les activités minières ont induit le tremblement de terre...

Nous concluons que c'est probable si et seulement si nous pouvons vérifier que toutes les incertitudes pesant sur l'enregistrement du sismomètre de Lafarge, qui ne provient pas de la surveillance sismique régulière, n'affectent en rien le calcul de la position de l'épicentre.

Si la société Lafarge était à l'origine du séisme, pourrait-on la considérer comme responsable de ses conséquences ?

Le groupe de travail formé par le CNRS n'a pas pour mandat d'exprimer une opinion là-dessus. Mon avis, non pas de sismologue mais de citoyen, est qu'un exploitant ne peut être tenu pour responsable d'un événement considéré jusque-là comme impossible. Après avoir satisfait à de très nombreuses exigences, Lafarge venait d'obtenir l'autorisation d'étendre la carrière. Aucune de ces exigences techniques ne concernait un impensable risque sismique. C'est bien cela que ce cas plausible de sismicité induite par les activités humaines changera peut-être à l'avenir.

Séisme du Teil : rapport de la mission d'expertise du CNRS, en ligne le 19 décembre 2019
<http://www.cnrs.fr/fr/seisme-du-teil-rapport-de-la-mission-dexpertise-du-cnrs>

MICROBIOLOGIE

L'ARMURE DU PHAGE

Le phage Φ KZ entoure son ADN d'une capsule de protéines lorsqu'il infecte une bactérie, ce qui permet de déjouer le système immunitaire de cette dernière.

Invisible à nos yeux, une guerre entre virus et bactéries fait rage depuis des millions d'années. Du côté des bactériophages (ou phages) – les virus « mangeurs de bactéries » – il s'agit d'insérer de l'ADN viral dans la cellule bactérienne pour détourner sa machinerie et lui faire produire d'autres virus. Les bactéries, elles, cherchent à bloquer au plus tôt l'action du virus, par exemple en détruisant son ADN à l'aide d'enzymes, des endonucléases. Senén Mendoza et Joseph Bondy-Denomy, de l'université de Californie à San Francisco, et leurs collègues se sont intéressés au phage géant Φ KZ qui infecte *Pseudomonas aeruginosa*, une bactérie particulièrement résistante aux antibiotiques et de plus en plus souvent responsable chez l'humain d'infections graves. Les chercheurs ont montré que, lors de l'infection, ce virus déjoue les stratégies immunitaires de la bactérie en protégeant son ADN par une capsule de protéines.

Les endonucléases constituent la principale ligne de défense chez les bactéries. Parmi elles, les systèmes CRISPR-Cas reconnaissent chacun une séquence spécifique de l'ADN viral et la coupent. Certains virus sont résistants à un de ces systèmes, mais cette immunité est très spécifique. Senén Mendoza et ses collègues ont soumis différents virus infectant *P. aeruginosa* à une dizaine de CRISPR-Cas distincts. Étonnamment, Φ KZ s'est révélé résistant à toutes les endonucléases. Le virus est même insensible à EcoRI, une endonucléase produite par *Escherichia coli*, une bactérie que par ailleurs il n'infecte pas !

Quel mécanisme confère à ce phage une immunité aussi étendue ? Serait-ce une autre de ces caractéristiques connue depuis 2017 : ce virus géant entoure son ADN d'une coquille protéique lors de l'infection ? Pour le savoir, Senén Mendoza et ses collègues ont modifié des souches de *P. aeruginosa* pour qu'elles produisent des endonucléases fluorescentes. Grâce à cela, ils ont confirmé que les endonucléases de la bactérie étaient effectivement incapables de franchir la barrière protéique du virus. Toutefois, les chercheurs ont constaté que d'autres molécules continuaient de traverser cette coque : des protéines, comme ORF152,



Comprendre les interactions des bactéries et de leurs virus, les phages, est crucial à l'heure où l'antibiorésistance devient un problème de santé publique.

nécessaires aux virus notamment pour se dupliquer. L'armure de Φ KZ semble donc aussi jouer le rôle d'un filtre moléculaire.

Afin de s'en assurer, Senén Mendoza et ses collègues ont alors eu l'idée de fusionner l'enzyme EcoRI avec ORF152. Les bactéries *P. aeruginosa* produisant cette molécule hybride se sont révélées cinq fois plus résistantes aux bactériophages Φ KZ. De plus, des expériences de fluorescence ont confirmé que la molécule EcoRI-ORF152 traversait l'enveloppe protéique et digérait l'ADN viral.

L'armure du virus Φ KZ lui confère donc une résistance particulière aux défenses immunitaires bactériennes. Un nouveau pas vers la phagothérapie (l'utilisation des bactériophages pour endiguer les infections bactériennes), à l'heure où le développement de l'antibiorésistance devient un problème de santé publique. ■

CORALINE MADEC

S. Mendoza et al., *Nature*, vol. 577, pp. 244-248, 2020