

# Ça, c'est de la **SCIENCE!**

Revue scientifique des étudiant(e)s en Sciences de la nature du Cégep de Valleyfield

N° 13 | Printemps 2023



**CÉGEP DE  
VALLEYFIELD**



Fondation  
du Cégep de Valleyfield

**AECV**



SYNDICAT  
DES ENSEIGNANTES  
ET DES ENSEIGNANTS  
DU COLLÈGE DE VALLEYFIELD

multiplus



# CHERS LECTEURS, CHÈRES LECTRICES

C'est avec enthousiasme et grande fierté que cette 13<sup>e</sup> édition de notre revue scientifique *Ça, c'est de la science !* vous est présentée. Fidèle à ses objectifs, la revue présente divers articles qui décrivent et expliquent certains phénomènes scientifiques en les vulgarisant, en captant votre attention, et ce, tout en faisant la promotion de la science. Je suis convaincu que vous saurez grandement apprécier cette production étudiante de haute qualité.

La direction du Cégep félicite les étudiant(e)s-rédacteur(-trice)s pour la qualité des contenus, ainsi que les collaborateur(-trice)s pour la qualité de la langue française et la conception graphique.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements aux enseignant(e)s et qui ont contribué à la réalisation de cette édition de la revue scientifique et qui, par leur dévouement, font vivre la passion des sciences à l'ensemble des étudiant(e)s du programme Sciences de la nature.

Bonne lecture !

**Marc Rémillard**  
Directeur général

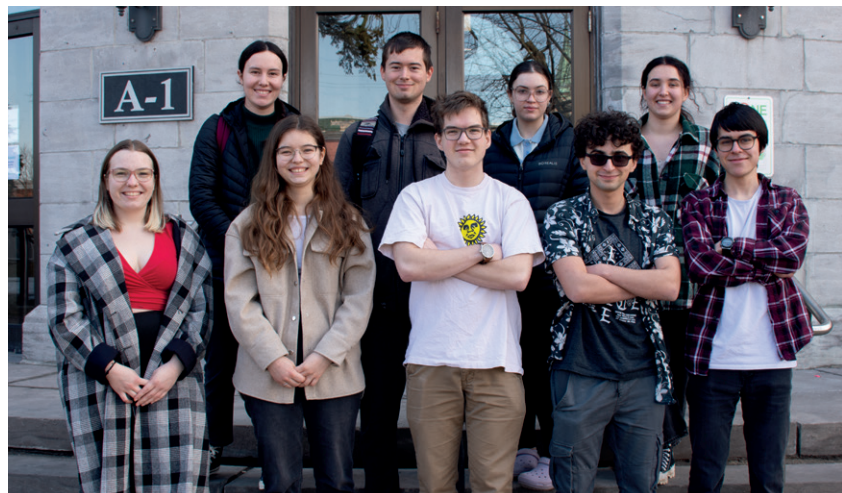
Bonjour cher(ère)s lecteur(-trice)s. C'est pour nous un honneur de vous présenter cette 13<sup>e</sup> édition de la revue *Ça, c'est de la science !*. Tout d'abord, ce projet de taille n'aurait pu être possible sans l'aide de nos professeur(e)s : Marie-Andrée Godbout, enseignante rayonnante de biologie ; Marie-Ève Provost Larose, enseignante formidable de mathématiques ; Éric Demers, enseignant dynamique de chimie ; Bénédicte Plante, enseignant brillant d'astrophysique ; Simon Labelle, enseignant magnétique de géologie ; et Philomène Jacques, enseignante résolue de mathématiques.

Bien entendu, pour côtoyer ces enseignant(e)s, il faut d'abord choisir le programme Sciences de la nature du Cégep de Valleyfield. Si la science vous passionne, ce programme est parfait pour vous, car il traite des différentes sphères de la science. En effet, vous aurez la chance d'explorer tous les domaines de celle-ci, de l'infime monde des atomes jusqu'aux immenses corps célestes. Votre séjour au Cégep de Valleyfield sera aussi ponctué de cassage de verrerie en chimie, d'égratignures, de microscopes en biologie, d'explosions de condensateurs en physique et de tendinites au poignet en mathématiques. Malgré cela, les joies de l'apprentissage vous permettront de survivre aux multiples embûches et de rejoindre les rangs des finissant(e)s de notre programme prestigieux. La revue que vous vous apprêtez à lire illustre les domaines scientifiques qui composent ce dernier en proposant des articles variés et originaux qui vulgarisent chacun un sujet représentatif de chaque discipline.

Avant de vous lancer à la découverte des sujets délectables présentés dans cette revue de vulgarisation scientifique, nous voulons remercier celles et ceux qui ont permis sa publication, soit le Cégep de Valleyfield, l'Association étudiante du Cégep de Valleyfield (AECV) ainsi que le Syndicat des enseignantes et enseignants du Collège de Valleyfield (SEECOV). De plus, cette revue est si invitante grâce à Madeleine Charette, qui en a fait la mise en page et les arrangements graphiques, et grâce à Guillaume Robidoux, qui en a fait la révision linguistique. Sans plus tarder, nous cédon la place aux vraies vedettes de cette revue : les articles !

Sincèrement,

**Mazigh Kartout, Ève Lecompte, Caelan Fry, Maude Brassard, Marie-Loup Brasseur, Ludovic Brouillet, Émilie Larivière, Myrellia Decoste et Alex Côté-Lajoie.**



# TABLE DES MATIÈRES



LES ABYSSES DE L'UNIVERS.....	4
DES STÉROÏDES LÉGAUX?.....	6
LE MAGMA ET LA GLACE : UN DUO INATTENDU.....	8
UN ENNEMI INVISIBLE DE PLUS EN PLUS PRÉOCCUPANT.....	10
UNE TERRE EN FORME DE BEIGNE : UNE DÉLICIEUSE POSSIBILITÉ?.....	12
LA TERRIBLE GRENOUILLE QUI FAIT AVANCER LA SCIENCE.....	14
FINISSANT(E)S EN SCIENCES DE LA NATURE DU CÉGEP DE VALLEYFIELD ET LEURS PROFESSEUR(E)S.....	16
UNE INJECTION POUR DEVENIR MAIGRICHON?.....	18
QUAND LA SCIENCE RENCONTRE L'ACCIDENTOLOGIE.....	20
DU CUIVRE AU CANCER.....	22
LA RADIATION : LE SEUL MOYEN D'ÉCHAPPER AUX ALIENS!.....	24
LES INSECTES S'ENVOLENT, LES TOXINES RESTENT.....	26
TITUBER EN MANGEANT DE LA POUTINE.....	28
CONCOURS DE PHOTOS SCIENTIFIQUES.....	30
ESSAYEZ NOTRE EXPÉRIENCE.....	31

## COMITÉ DE RÉDACTION

### Étudiant(e)s :

Mazigh Kartout  
Ève Lecompte  
Caelan Fry  
Maude Brassard  
Marie-Loup Brasseur  
Ludovic Brouillet  
Émilie Larivière  
Myrellia Decoste  
Alex Côté-Lajoie

### Professeur(e)s :

Éric Demers  
Marie-Andrée Godbout  
Hélène Lévesque  
Simon Labelle  
Marie-Ève Provost-Larose  
Philomène Jacques  
Bénédict Plante

### Conception graphique :

Madeleine Charette

### Révision linguistique :

Guillaume Robidoux

### Éditeur :

Cégep de Valleyfield  
169, rue Champlain  
Salaberry-de-Valleyfield  
(Québec) J6T 1X6

L'INTÉRIEUR DE CETTE REVUE EST IMPRIMÉ SUR DU ROLLAND ENVIRO SATIN 120M TEXTE. CE PAPIER 100 % POSTCONSOMMATION EST CERTIFIÉ FSC®, ÉCOLOGO AINSI QUE PROCÉDÉ SANS CHLORE ET EST FABRIQUÉ LOCALEMENT À PARTIR D'ÉNERGIE BIOGAZ.



ISSN 1920-1141 | Cette revue est conforme aux normes de la nouvelle orthographe.

La version électronique de la revue est disponible sur le site web du Cégep au [www.cegepvalleyfield.ca/programmes/programme/sciences-de-la-nature/](http://www.cegepvalleyfield.ca/programmes/programme/sciences-de-la-nature/)



# LES ABYSSES DE L'UNIVERS

Laura Brouillette, Émilie Daoust et France Poirier

**Un voyage aux confins de l'Univers, qu'en dites-vous ? Cependant, partir à l'aventure n'est pas sans risque. Les trous noirs, même s'ils sont très attractifs, devraient être à bannir de votre itinéraire.**

Ça ne date pas d'hier que l'humanité tente de percer les secrets de l'Univers. Au début, c'était en dessinant dans les étoiles des illustrations qu'on appelle aujourd'hui des « constellations ». Par la suite, nous avons approfondi notre questionnement sur ce qui nous entoure, comme les planètes et le Soleil. Aujourd'hui, nos recherches ne consistent plus seulement à faire des observations de l'Univers à l'œil nu ; nous avons beaucoup progressé. Les trous noirs n'étaient qu'une hypothèse complexe née à partir de principes physiques, mais, au moyen des technologies de notre ère moderne, les chercheurs ont pu recomposer la toute première image d'un trou noir en 2019 ! Ces astres sont aussi mystérieux que captivants, de vrais secrets de l'Univers.

Les trous noirs sont des astres dont la gravité est si forte que rien ne peut y échapper, pas même la lumière, une fois entré dans leur champ d'attraction. Leur densité est telle qu'ils déforment l'espace-temps en leur centre de manière infinie. Rien qui y entre ne peut en ressortir. Ils absorbent tout sans aucune exception, des étoiles, des planètes et tout ce qui est assez près d'eux pour traverser la frontière de non-retour, soit leur « horizon ». Au-delà de l'horizon, nous ne sommes plus capables de voir ce qui se trouve à l'intérieur d'un trou noir, on ne voit qu'un trou infiniment sombre, d'où son nom. On peut retrouver ces colosses un peu partout dans l'Univers. Les plus remarquables sont ceux qui se situent au centre des galaxies, car ils possèdent une masse gigantesque, comme nous le verrons plus loin <sup>1</sup>.

## Caractéristiques des trous noirs

D'ailleurs, savez-vous comment les trous noirs sont créés ? Pour faire court, les trous noirs stellaires sont formés à la suite de l'effondrement sur

lui-même du noyau d'une étoile mourante très massive. Cet effondrement produit ensuite une explosion géante du nom de « supernova » et c'est à la suite de cette explosion colorée que les trous noirs sont créés. De nos jours, on classe les trous noirs en plusieurs types : stellaires, intermédiaires, supermassifs et primordiaux ; la formation de ces trois derniers reste un mystère. Chacun possède ses propres caractéristiques, mais leur différence

estime que sa masse est d'environ 8,26 sextillions de kilogrammes, ou environ quatre-millions de fois celle du Soleil <sup>2</sup>.

La température de ces astres est, étonnamment, très basse, encore plus basse que celle de l'Univers ! En fait, c'est contre-intuitif, mais selon les théories, plus un trou noir est massif, plus il sera froid. Une formule simplifiée peut nous permettre de mieux comprendre :

$$\text{Température} = \frac{\text{constantes}}{\text{masse}}$$

Ainsi, on peut considérer qu'un trou noir stellaire (plus petit) est plus chaud qu'un trou noir supermassif <sup>3</sup>.

Tous ces trous noirs possèdent une chose en commun : ils sont si massifs qu'ils déforment l'espace-temps. Selon la théorie d'Einstein, l'espace et le temps sont liés. Cela signifie que lorsqu'il y a dans l'espace quelque chose de lourd comme un trou noir, celui-ci peut courber le temps lui-même. Si quelqu'un va très près d'un trou noir, le temps qu'il va passer à proximité de cet astre ralentira par rapport au temps vécu par une personne qui en serait éloignée. On pourrait passer quelques secondes très près d'un trou noir et, sur Terre, il se serait écoulé 100 ans, car le temps est relatif. La théorie d'Einstein explique aussi pourquoi leur gravité est si forte.

## Et si on voyageait dans un trou noir ?

Il est normal d'être effrayé par les trous noirs, surtout lorsqu'on ne connaît pas très bien leur fonctionnement. Il faut clarifier quelque chose : il n'y a presque aucune chance que la Terre se retrouve réellement aspirée par un trou noir ; son sort sera décidé bien avant par d'autres facteurs et événements plus probables. Supposons qu'en l'an 3000, Albert et Béatrice montent à bord de leur vaisseau spatial afin de se rendre près



**Figure 1** Image de la nébuleuse du crabe, un amas de substances restant après une supernova. Source : NASA, ESA, J. Hester, A. Loll (ASU) [Internet]. 2017 [cité le 14 avril 2023]. Disponible sur : [https://en.wikipedia.org/wiki/Near-Earth\\_supernova#/media/File:Crab\\_Nebula.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Near-Earth_supernova#/media/File:Crab_Nebula.jpg)

principale reste toujours leur masse finale. Les trous noirs stellaires, par exemple, ont une masse de cinq à quelques centaines de fois celle du Soleil, tandis que les trous noirs supermassifs, eux, varient entre des millions et des milliards de fois la masse du Soleil <sup>2</sup> !

Comme mentionné plus haut, la masse est différente pour chaque trou noir. Aussi, plus un trou noir est massif, plus il sera étendu. Une formule importante dans le monde de l'astrophysique associe le rayon d'un tel astre à sa masse. Alors, imaginez quelle est la taille du trou noir au centre de notre Voie lactée, Sagittarius A\*, si on





**Figure 2** Représentation artistique de l'aspect physique d'un trou noir supermassif. Source : NASA/JPL-Caltech [Internet]. 2013 [cité 14 avril 2023]. Disponible sur : [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Black\\_Holes\\_-\\_Monsters\\_in\\_Space.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Black_Holes_-_Monsters_in_Space.jpg)

de Sagittarius A\*. Arrivés près du trou noir, ils s'assurent de mettre leur astronef à une distance sécuritaire pour orbiter autour de celui-ci sans se faire aspirer, car Albert est très peureux. Béatrice est la seule à entreprendre le voyage dans le trou noir puisqu'elle est courageuse et prête à affronter les conséquences de ses choix, pour la science. Albert, lui, reste à bord du vaisseau pour observer Béatrice.

Béatrice décide de s'élancer vers le trou noir ! Selon le point de vue d'Albert, plus Béatrice s'approche du trou noir, plus elle ralentit. Albert est patient et décide de rester pour observer Béatrice. Des années s'écoulent et elle se rapproche du trou noir de plus en plus lentement, jusqu'à ce qu'elle semble éventuellement figée dans le temps, au moment où Béatrice traversera la limite de non-retour de la lumière. À ce moment, elle disparaîtra graduellement, comme avalée par le trou noir, car à cette distance, aucune lumière ne peut s'échapper de l'attraction du trou noir. Malheureusement, Albert, dans son vaisseau, sera devenu extrêmement vieux lorsqu'il constatera que Béatrice est entrée dans le trou noir.

Retournons au début, maintenant. Du point de vue de Béatrice, elle se lance vers le trou noir les pieds en premier. Pour elle, le temps reste normal, même

qu'elle accélère plutôt vite vers la limite de non-retour du trou noir, soit vers son horizon. Elle n'arrive pas à voir ce qu'il y a passé l'horizon, car aucune lumière ne peut s'échapper du trou noir à cette distance. Lorsqu'elle traverse l'horizon, ses pieds commencent à s'éloigner de son corps et ses jambes semblent comme étirées. Ça, c'est l'effet de la spaghettification ! En effet, Béatrice est en train de s'étirer comme un spaghetti, car la force de la gravité est plus forte à ses pieds qu'à sa tête. Cependant, Béatrice ne voit plus ses pieds, car la lumière reflétée par ceux-ci ne parvient plus à ses yeux ! Elle est aspirée vers le centre du trou noir. Son corps s'étire trop rapidement et viendra se séparer en milliers d'atomes pour rejoindre le centre du trou noir. Heureusement, tout cela se passera si vite que Béatrice n'aura pas le temps de s'en rendre compte.



**Figure 3** Schéma de la spaghettification d'un astronaute entrant dans un trou noir et représentation des lignes d'espace-temps. Source : Whitlock LA, Granger KC, Mahon JD. NASA [Internet]. 1998 [cité 14 avril 2023]. Disponible sur : [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Spaghettification\\_\(from\\_NASA%27s\\_Imagine\\_the\\_Universe!\).png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Spaghettification_(from_NASA%27s_Imagine_the_Universe!).png)

## Une fin incertaine

Ces astres, que la croyance populaire considère comme des aspirateurs spatiotemporels, émettent possiblement des radiations. Effectivement, s'il s'avère qu'un trou noir devient plus chaud que l'univers ambiant, ses particules devraient s'évaporer hors de celui-ci, sous forme de radiations. S'il perd de l'énergie et des particules, sa masse diminuera. Si l'on prend en considération que la température augmente lorsque la masse diminue, il sera de plus en plus chaud. Avec une température croissante, il est inévitable que le trou noir concerné rapetisse. Ce processus devrait prendre énormément de temps<sup>3</sup>. Qu'arrive-t-il, à la fin de ce cercle vicieux, lorsqu'il ne restera quasiment rien ?

Vers la fin, la température du trou noir devrait être tellement haute que l'émission d'énergie serait gigantesque. La suite est nébuleuse dans le monde de l'astronomie : il est possible qu'il y ait un puissant et très rapide éclatement telle une grosse explosion nucléaire. Ensuite, ce qui restera à la fin, sera-ce du vide ou quelque chose de nouveau ? C'est encore une question sans réponse.

De nombreux chercheurs ont tenté de démystifier les trous noirs ; pour certains, leurs recherches étaient le travail d'une vie. Nous avons encore tant à apprendre sur l'Univers et ses astres énigmatiques.

### Références bibliographiques

- <sup>1</sup> Luminet JP. Trous noirs. Dans Encyclopédie Universalis ; 2023 [cité 14 avril 2023]. Disponible sur : <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/trous-noirs/>
- <sup>2</sup> Fraknoi A, Morrison D, Wolff SC. Astronomy. 2<sup>e</sup> éd. Houston : Openstax ; 2022, 1133 pages. Disponible sur : <https://openstax.org/details/books/astronomy-2e>
- <sup>3</sup> Astrolab du Mont-Mégantic, Parc National du Mont-Mégantic, Globaia. Les trous noirs [Internet]. Astrolab. 2020 [cité 14 avril 2023]. Disponible sur : <https://www.astrolab.qc.ca/wp-content/uploads/2020/04/TrousNoirs.pdf>

# DES STÉROÏDES LÉGAUX ?

MAUDE BRASSARD ET MARIE-LOUP BRASSEUR

Depuis toujours, les athlètes cherchent à repousser leurs limites et, pour y parvenir, certain(e)s utilisent des stéroïdes pour améliorer leurs performances, même si ceux-ci sont illégaux lors des compétitions sportives et mauvais pour la santé. D'autres tromperont le système en consommant des dérivés de ces produits.

Les premiers tests de dépistage des stéroïdes anabolisants synthétiques ont été effectués lors des Jeux olympiques de Montréal en 1976. Vingt-trois ans plus tard, le Comité international olympique fonde l'Agence mondiale antidopage, responsable de lister annuellement toutes les substances et pratiques interdites lors des compétitions sportives, mais aussi lors des entraînements. De nos jours, cette liste contient évidemment les stéroïdes anabolisants androgènes, mais aussi plusieurs autres substances, comme les agents masquants, les protéines recombinantes, etc. On pourrait donc croire que le dopage dans les compétitions sportives est maintenant aboli. Pourtant, certain(e)s athlètes prennent, encore aujourd'hui, des substances chimiques leur permettant d'améliorer grandement leurs performances sportives, sans qu'on puisse les détecter lors des contrôles antidopage. <sup>1</sup>

En effet, depuis un peu plus d'une vingtaine d'années, plusieurs nouveaux composés dopants, dont de nouveaux dérivés des stéroïdes anabolisants androgènes, sont constamment créés afin de déjouer les tests de dépistages. Effectivement, lorsque de nouveaux dérivés sont utilisés par les athlètes, ceux-ci doivent être connus par l'Agence mondiale antidopage et ajoutés aux analyses de dépistage avant de pouvoir être détectés chez les athlètes qui les utilisent. Regardons donc, premièrement, comment le dépistage des stéroïdes anabolisants androgènes fonctionne. <sup>1</sup>

Tout d'abord, qu'est-ce qu'un stéroïde ? Les stéroïdes sont des lipides. Ceux-ci sont naturellement présents chez l'être humain sous forme de cholestérol, de vitamines ou d'hormones sexuelles, par exemple. Les stéroïdes auxquels nous nous intéressons, les stéroïdes anabolisants androgènes, eux, sont des dérivés de la testostérone, l'hormone sexuelle mâle sécrétée par les testicules et responsable de

l'apparition des caractères sexuels mâles secondaires. Les stéroïdes anabolisants androgènes ont tous un noyau commun constitué de 4 cycles de carbone, formant le noyau stérol de tous les stéroïdes. Différents groupements fonctionnels peuvent être ajoutés sur ce noyau, modifiant ainsi les interactions que la nouvelle molécule ainsi créée aura avec les différentes cellules lors de son passage dans le corps humain, comme les récepteurs d'hormones et les enzymes. <sup>1</sup>

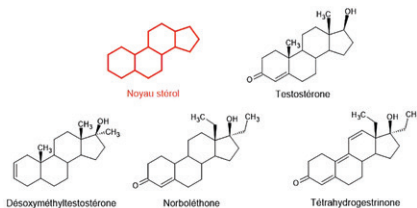


Figure 1 Structures moléculaires de certains stéroïdes Source : Brasseur ML, Stéroïdes, Cégep de Valleyfield, 2023.

Afin de dépister ces stéroïdes synthétiques, plusieurs techniques sont actuellement utilisées. Les tests de dopage peuvent être faits sur des échantillons d'urine des athlètes. Trois méthodes semblables d'analyse de ces échantillons sont souvent utilisées, soit la chromatographie liquide associée à la spectrométrie de masse, la chromatographie en phase gazeuse associée à la spectrométrie de masse et la chromatographie en phase gazeuse associée à la spectrométrie de masse de rapports isotopiques du carbone par l'entremise d'une chambre de combustion. La chromatographie, qu'elle soit faite en phase liquide ou gazeuse, sépare les différentes molécules qui composent l'urine. La spectrométrie de masse, elle, est une technique qui permet d'identifier les différentes molécules présentes dans l'échantillon d'urine. Grâce à ces méthodes d'analyse, il est donc possible de déterminer si une substance illégale ou ses métabolites se retrouvent dans l'échantillon. <sup>1</sup>

Les métabolites sont des substances formées au cours des différentes réactions que subissent les molécules des stéroïdes anabolisants androgènes ou des autres substances utilisées par les sportif(-ve)s lorsqu'elles sont dans le corps humain, mais avant de se retrouver dans l'urine. Ainsi, les substances qu'utilisent les athlètes ne se retrouvent pas toujours directement dans l'urine sous la même forme que lors de la prise. De cette façon, si les métabolites formés par certains stéroïdes ne sont pas connus par l'Agence mondiale antidopage, leur présence dans l'urine de certain(e)s athlètes peut ne pas être détectée. Comme les SAA sont fabriqués par synthèse, il est toujours possible de former de nouveaux dérivés qui peuvent avoir les mêmes effets, mais former des métabolites différents de ceux des autres stéroïdes anabolisants androgènes connus. Pour déterminer ces nouveaux métabolites et les ajouter aux protocoles de dépistage, des tests doivent être faits avec des volontaires humains. Ainsi, tant que les nouveaux métabolites restent inconnus par l'Agence mondiale antidopage, ces nouveaux stéroïdes anabolisants androgènes pourraient échapper aux tests antidopage et les athlètes pourraient les utiliser sans être sanctionné(e)s. <sup>1</sup>

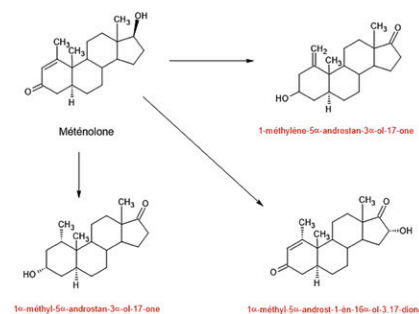


Figure 2 Le métonolone, un stéroïde, et ses principaux métabolites Source : Brasseur ML, Métonolone et métabolites, Cégep de Valleyfield, 2023.



De plus, certain(e)s athlètes utilisent des produits qui peuvent remplacer les stéroïdes pour améliorer tout autant leurs performances. Ils sont appelés « les stéroïdes légaux ». Ceux-ci sont une catégorie de suppléments qui ne contiennent pas de stéroïdes, mais qui ont les mêmes effets bénéfiques pour les muscles. Ils ont beaucoup moins d'effets secondaires dangereux que les stéroïdes anabolisants. Les xénoandrogènes, également connus sous le nom de « xénohormones », sont des compléments alimentaires dérivés de la vitamine E et du nicotinamide. Ce sont des versions synthétiques qui imitent les diverses hormones naturelles de l'organisme pour contribuer au développement des muscles. Ils sont souvent utilisés par les culturistes, par tous ceux qui souhaitent améliorer leurs performances sportives, et même par ceux avec certaines conditions médicales. Ils ont l'avantage d'avoir les mêmes résultats de performance que les stéroïdes anabolisants, mais en étant « autorisé » dans le domaine sportif. Ils ne sont pas encore détectables dans les centres de contrôle antidopage, ce qui explique pourquoi ils sont légaux. <sup>2</sup>

Il est important de noter que, pour optimiser les effets, il est recommandé de suivre un régime alimentaire sain, de dormir suffisamment et de s'entraîner régulièrement. Bref, il faut avoir un bon équilibre. <sup>2</sup>

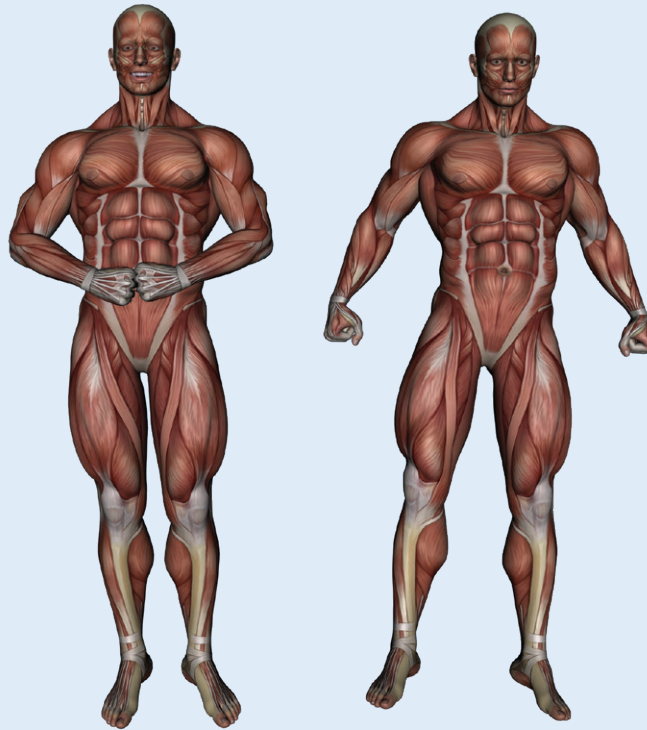
Chacun de ces compléments alimentaires a un mécanisme d'action précis. Pour augmenter le taux de testostérone, le Testo-Max

un(e) entraîneur(-euse) sportif(-ve) est fortement recommandée pour connaître ce qui est le mieux pour soi selon ses propres objectifs. <sup>2</sup>

Il n'y a cependant pas eu beaucoup d'études faites sur le sujet. Nous ne pouvons donc pas identifier avec certitude les bienfaits et les possibles dangers à long terme chez l'humain, mais les recherches qui ont été réalisées sur des animaux et des humains démontrent que la prise de xénoandrogènes pourrait endommager l'ADN pouvant ainsi causer une augmentation des chances de développer un cancer. C'est donc à cause du peu d'études effectuées que ces substances restent légales. En revanche, celles-ci sont sur le marché depuis 2010 et les témoignages à leur sujet restent encore positifs. <sup>3</sup>

Comme les xénoandrogènes produisent des effets semblables aux stéroïdes anabolisants androgènes, il est à se demander si ceux-là devraient aussi être illégaux dans le cadre des sports de compétition et être ajoutés à la liste de substances et pratiques interdites par l'Agence mondiale antidopage. En effet, cette liste est produite en se basant, entre autres, sur la capacité qu'une substance a d'améliorer les performances d'un athlète et les dangers

que cette substance peut entraîner sur la santé et la sécurité de l'athlète. Ainsi, comme les xénoandrogènes permettent une amélioration de la performance semblable à celle entraînée par les stéroïdes et qu'ils sont soupçonnés, à long terme, d'endommager l'ADN et d'augmenter les probabilités de cancer, la possibilité d'ajouter ceux-ci sur la liste des substances interdites, aux côtés des stéroïdes anabolisants androgènes, doit être fortement considérée. <sup>1,3</sup>



**Figure 3** L'anatomie musculaire sans masse grasse. Source : Barroa. Pixabay [Internet]. 2018 [cité 30 mars 2023]. Disponible sur : <https://pixabay.com/fr/illustrations/muscle-syst%c3%a8me-musculaire-anatomie-3120521/>

Les xénoandrogènes se consomment par voie orale, donc ils ne nécessitent pas d'injection, comme les stéroïdes anabolisants, et ils sont faciles d'accès. On les retrouve sur de nombreux sites Internet ou même en magasin. Les « stéroïdes légaux » contiennent de la caféine qui augmente le niveau d'énergie et l'endurance du corps. En plus, d'autres peuvent accroître le taux de testostérone, ce qui fait augmenter la libido. Ils favorisent aussi la récupération musculaire entre les entraînements, accélérant ainsi le processus de la perte de graisse et le gain de la masse sèche. <sup>2</sup>

est une option populaire qui vient stimuler la production de saponine pour accroître la masse musculaire. D'autres suppléments comme le HCH-X2 peuvent aider à limiter la prise de masse grasse tout en renforçant les muscles maigres. Prendre plusieurs différents compléments en même temps pour obtenir les résultats souhaités est possible seulement si les doses sont respectées. Sinon, les effets recherchés peuvent s'inverser et entraîner des conséquences négatives sur la santé. Une consultation avec

#### Références bibliographiques

<sup>1</sup> Amireault C. Revue des procédés de déconjugaison des stéroïdes urinaires et optimisation d'une méthode de solvolysé des sulfates [Internet]. Université du Québec, Institut National de la Recherche Scientifique; 2019 [cité 12 mars 2023]. Disponible sur : <https://espace.inrs.ca/id/eprint/8520/>

<sup>2</sup> J. J. Stéroïde légal sans effets secondaires : Notre avis [Internet]. SavoirsEnPrisme. 2021 [cité 12 mars 2023]. Disponible sur : <https://savoirsenprisme.com/steroide-legal-sans-effets-secondaires/>

<sup>3</sup> Pierre JJ. Les xeno-androgènes, une alternative aux stéroïdes anabolisants plus efficace et moins nocive ? [Internet]. Trust My Science. 2018 [cité 29 mars 2023]. Disponible sur : <https://trustmyscience.com/les-xeno-androgenes-sont-ils-une-alternative-aux-steroides-anabolisants-plus-efficaces-et-moins-nocifs/>

# LE MAGMA ET LA GLACE UN DUO INATTENDU

JULIANA GINGRAS ET OCÉANE DAGENAIS-LEBEUF

**La fonte des glaciers en Islande s'accélère et entraîne des conséquences étonnantes. L'une d'elles, et la plus surprenante, est l'augmentation des éruptions volcaniques.**

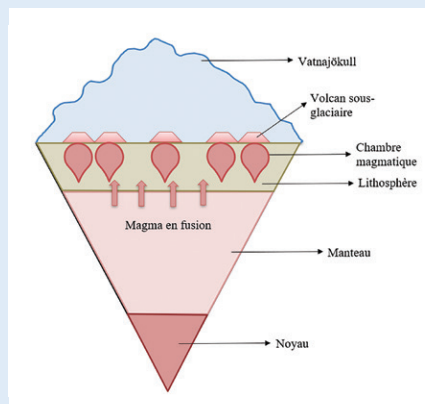
Saviez-vous que, lorsque les glaciers se sont retirés des continents après la dernière période glaciaire, il y a 20 000 ans, il y a eu une augmentation de 30 à 50 % de l'intensité des éruptions volcaniques en Islande ? Actuellement, ce phénomène se reproduit sans que nous en soyons conscients. En effet, lors des prochaines années, la puissance des éruptions volcaniques pourrait augmenter de 350 %, et ce, à cause de la fonte des glaciers. Étrange, non ?

La fonte des glaciers est un enjeu particulièrement important en Islande, une île ayant une très forte activité volcanique. Assis sur le territoire islandais depuis des milliers d'années, ces géants gelés sont emblématiques de l'Islande. Leur fonte affecte non seulement la culture de l'île, mais également sa géologie, c'est-à-dire sa structure terrestre. Une recherche publiée dans la revue *Journal of Geophysical Research : Solid Earth* se penche sur l'impact de la fonte des glaciers sur l'activité volcanique<sup>1</sup>.

Tout commence par la déglaciation, soit la fonte des glaciers. Par exemple, le Vatnajökull, qui est le plus gros glacier d'Islande, a une vitesse de déglaciation variant entre 25 mm/an et 82,17 mm/an, selon sa région. En fondant, les glaciers perdent du volume, et donc de la masse. Alors, le poids qu'ils exercent sur le sol diminue. C'est ce qu'on appelle la « décompression du manteau ». Le manteau est la partie intermédiaire de la Terre, située entre le noyau et la croûte terrestre. Le manteau est séparé en trois sections, mais nous allons nous concentrer sur le manteau supérieur. À cause de la température élevée et de la pression exercée sur le manteau supérieur, les roches qui le constituent sont plastiques, c'est-à-dire qu'elles sont déformables. Lorsque le poids des glaciers diminue, il y a moins de pression sur la croûte terrestre et, par le fait même, sur le manteau. Toutefois, la

diminution de cette pression entraîne la fusion partielle du manteau supérieur : une certaine quantité de roche qui le compose fond et devient du magma.

En ce moment, la vitesse de décompression du manteau islandais est d'environ 1450 Pa/an. Cette vitesse peut être convertie en vitesse de fusion du manteau, et donc en vitesse de production de magma. Normalement, la quantité de magma devrait se situer entre 0,17 et 0,21 km<sup>3</sup>/an. Cependant, avec la déglaciation, on calcule une augmentation de la production de 0,21 à 0,23 km<sup>3</sup>/an par rapport à la normale. Le volume de magma produit croît donc de 100 à 135 % à cause de la fonte des glaciers. Ce magma produit est chaud et moins dense : il a tendance à monter vers la croûte terrestre. Ce faisant, le MSR (*Melt Supply Rate*), soit le taux d'approvisionnement en magma, va augmenter. Cela signifie que la quantité de magma dans la lithosphère, approvisionnant les volcans, augmente. Ce phénomène est illustré à la figure 1.



**Figure 1** Structure interne de la Terre aux volcans sous-glaciaires. Source : Juliana Gingras, dessin, 2023.

L'Islande est une île volcanique. Son volcanisme provient de la dorsale océanique située directement sous l'île. En fait, l'Islande est une parcelle de la

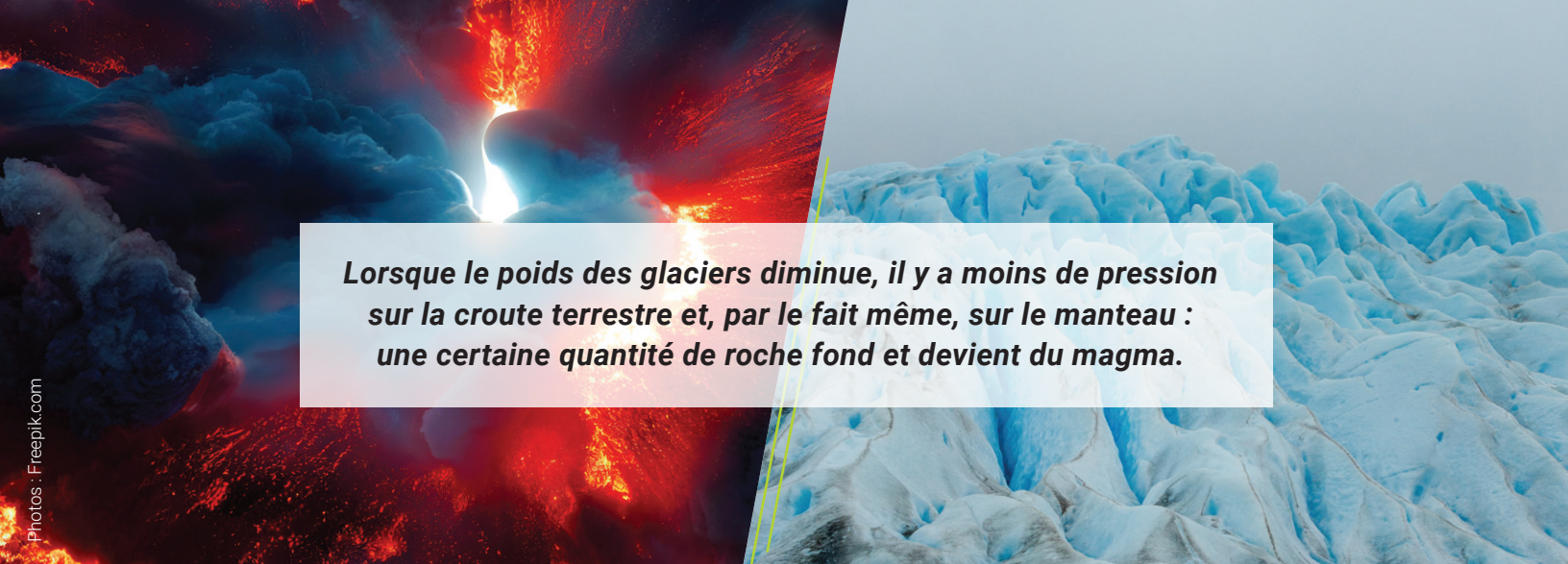
dorsale qui s'est élevée jusqu'au-dessus du niveau de l'océan. Les dorsales océaniques, créées par la divergence de plaques tectoniques, engendrent une forte activité volcanique. C'est ce qui explique la présence du volcanisme en Islande. Certaines hypothèses soutiendraient aussi la présence d'un point chaud, c'est-à-dire un endroit fixe dans le manteau où il y a une concentration de chaleur, entraînant la production de magma. Ce point chaud alimenterait les volcans islandais en magma, provoquant leurs éruptions.

L'augmentation de la quantité de magma dans la lithosphère accroît les probabilités que le magma s'infiltre dans les fissures et les chambres magmatiques, soit les réservoirs de magma approvisionnant les volcans. Leurs chambres magmatiques contiennent donc un plus grand volume de magma capable de remonter à la surface. Conséquemment, une hausse de l'intensité des éruptions volcaniques sera observable.

Puisque la vitesse de décompression est plus élevée sous le Vatnajökull, c'est à cet endroit qu'il y aura une plus grande production de magma. Le taux d'éruption dans la région du Vatnajökull est de 0,02 km<sup>3</sup>/an alors que la production de magma dans cette région est de 0,08 km<sup>3</sup>/an. Nous pouvons donc conclure qu'environ 25 % du magma produit atteint la surface. Avec la hausse prévue de la quantité de magma, nous pouvons nous attendre à une hausse du taux d'éruption, celui-ci pouvant aller jusqu'à 0,07 km<sup>3</sup>/an. Cela signifie qu'en une année, jusqu'à 0,07 km<sup>3</sup> de magma pourrait être expulsé lors d'éruptions, seulement en Islande. Cela correspond à 70 milliards de litres de roches en fusion !

Environ 20 % de ce magma serait expulsé directement sous le Vatnajökull, là où se trouve la majorité





**Lorsque le poids des glaciers diminue, il y a moins de pression sur la croûte terrestre et, par le fait même, sur le manteau : une certaine quantité de roche fond et devient du magma.**

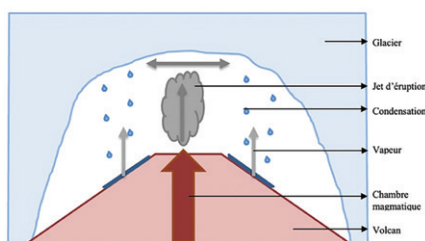
des volcans actifs de l'île. En entrant en éruption, ces volcans, que l'on qualifie de « sous-glaciaires », vont participer à la fonte des glaciers. <sup>1</sup>

Pour bien comprendre la fonte des glaciers en Islande, il est important de connaître sa cause. Bien évidemment, le volcanisme sous les glaciers a une incidence importante, non pas à cause de la chaleur émise lors des éruptions, mais plutôt à cause du réchauffement de la vapeur emprisonnée dans la cave du volcan.

À la suite de l'ère glaciaire, les calottes de glaces restantes ont été conservées sur des volcans qui proviennent de la dorsale océanique et qui sont alimentés par un point chaud, comme mentionné précédemment. Comme le magma provenant d'une dorsale ou d'un point chaud est fluide, ces volcans sont de type « bouclier ». Ceci explique les éruptions en fontaine de lave verticale. L'éruption sera par la suite emprisonnée sous le glacier, créant une cavité entre le volcan et le glacier. Selon l'éruption, la cavité sera vide, emplie d'eau liquide ou de vapeur d'eau.

Un article de recherche publié par la revue scientifique *Journal of Geophysical Research : Solid Earth* étudie les cavités vides à basse pression et le flux thermique qui en ressort <sup>2</sup>. Selon la conclusion de cette étude, les radiations émises entre la chambre

magmatique et la glace, lors d'une éruption dépourvue de lave, n'étaient pas suffisantes pour causer une importante fonte des glaciers. Toutefois, la vapeur présente dans la cavité absorbe ces radiations de chaleur, ce qui la réchauffe. L'augmentation de température des particules influencera à la baisse leur densité. Les particules de densité moindre auront tendance à se déplacer vers le haut de la cavité, le long de la ligne centrale du volcan. Se rapprochant du glacier, les particules de vapeur plus chaudes feront fondre la glace et se refroidiront jusqu'à se condenser en gouttelettes d'eau. Celles-ci seront plus froides et plus denses, ce qui les fera descendre au bas de la cavité. Elles seront de retour au point de départ, où la chaleur de la chambre magmatique permettra l'atteinte de leur point de vaporisation. C'est la description d'un mouvement de convection qui accentuera le flux thermique de la cavité et ainsi la fonte du glacier, comme illustré à la figure 2.



**Figure 2** Mouvement de convection engendré par la vapeur émise par les volcans sous-glaciaires. Source : Océane Dagenais-Lebeuf, dessin, 2023.

Ce processus est le même que pour les éruptions où une fontaine de lave s'élève. Celle-ci réchauffera la vapeur, ce qui engendra le mouvement de convection.

La vapeur s'élève de façon à créer un amas de chaleur à la surface du glacier, au point aligné avec le centre du volcan, ce qui génère un creux dans la glace à cet endroit. Lorsqu'il y a rupture du creux, un trou se forme, laissant la vapeur du volcan s'échapper à l'extérieur de la cavité. À partir de ce moment, la colonne de fumée pourra s'élever en altitude et aggraver les risques d'atteintes aux citoyens et aux infrastructures. De même, l'écoulement de l'eau provenant de la fonte des glaces peut entraîner des débris volcaniques et créer des coulées de boue volcanique appelées « lahars ». <sup>2</sup>

Étant donné que la fonte des glaciers entraîne une augmentation de l'activité volcanique, et que celle-ci entraîne la fonte des glaciers, un cercle vicieux se crée. Plus la fonte des glaces augmente, plus l'activité volcanique augmentera, et plus la fonte des glaciers augmentera à son tour. Il est donc impératif d'être informé des conséquences de tous ces changements climatiques pour être prêt à affronter les désastres éventuels et, si on n'agit pas rapidement, inévitables.

**Références bibliographiques**

<sup>1</sup> Schmidt P, Lund B, Hieronymus C, Maclennan J, Árnadóttir T, Pagli C. Effects of present-day deglaciation in Iceland on mantle melt production rates. *J Geophys Res Solid Earth*. 2013;118(7):3366-79.

<sup>2</sup> Woodcock DC, Lane SJ, Gilbert JS. Ice-melt rates during volcanic eruptions within water-drained, low-pressure subglacial cavities. *J Geophys Res Solid Earth*. 2016;121(2):648-62.

# UN ENNEMI INVISIBLE DE PLUS EN PLUS PRÉOCCUPANT

AUDREY-ANNE GOULET, MARIE-MAY LEBLANC ET OLIVIER VALLÉE

**La surconsommation d'antibiotiques rend certaines maladies plus difficiles à traiter. L'ONU sonne l'alarme : plus de dix-millions de décès par infection sont prévus d'ici 2050<sup>1</sup>.**

Imaginez. Vous avez une infection à l'estomac très courante : un ulcère. L'antibiotique qu'on vous a prescrit ne semble pas avoir d'effets sur vous. Pourtant, dans votre jeunesse, vous aviez développé de nombreux ulcères à l'estomac et ils ont été facilement traitables... Comment est-ce possible ?

## Qu'est-ce que la résistance ?

La résistance antimicrobienne se produit lorsque certains microorganismes (MO) deviennent résistants aux agents antimicrobiens qui devraient, en temps normal, les éliminer. Ceux-ci se retrouvent dans des milliers d'environnements différents à travers la planète, que ce soit dans les lacs, dans l'air ou même sur les plus hautes montagnes du monde ; les bactéries, les virus, les parasites et les champignons sont très résilients et peuvent s'adapter à différents milieux. Les MO présents dans les lacs, les rivières et les océans sont les plus susceptibles d'avoir des gènes de résistance antimicrobienne. Comme ils vivent dans des environnements régulièrement affectés par des déversements de déchets chimiques et toxiques, ils sont constamment en contact avec de possibles agents antimicrobiens. Ainsi, seuls les MO qui possèdent un gène de résistance pourront survivre en présence de ces agents. Ce phénomène peut être expliqué par la sélection naturelle.

Un microorganisme peut développer des gènes de résistance par mutation génétique ou en les acquérant d'un autre microorganisme par le processus de transfert horizontal ou vertical des gènes<sup>1</sup>. Lors d'une mutation, un événement aléatoire, les MO développent des gènes résistants à certains antimicrobiens. Par conséquent, ces MO obtiennent des caractères favorables pour un certain environnement contaminé. Grâce à la sélection naturelle, ceux ayant ces caractères favorables ont une meilleure chance de survie. De plus, ils ont un meilleur taux de

reproduction, ce qui permet à ce caractère favorable d'être transmis à leurs descendants<sup>1</sup>.

En ce qui concerne la transmission horizontale des gènes, elle se passe principalement chez les bactéries. Cette transmission se produit de trois façons bien distinctes, soit par transduction, par conjugaison et par transformation. La transduction est un processus par lequel l'ADN d'une bactérie peut être transféré par l'intermédiaire d'un virus. En effet, un virus peut infecter une bactérie. Lors de ce processus, il transmet une partie de son propre ADN à l'hôte (dans ce cas, il s'agit de la bactérie). En retour, l'hôte lui transmet une partie de son ADN. Par la suite, ce virus peut infecter une autre bactérie, et ainsi de suite... La conjugaison, pour sa part, se produit lorsqu'une bactérie transfère une partie de son ADN avec l'aide d'un plasmide. Celui-ci est une molécule d'ADN capable de répliquer autonome. Pour ce faire, deux bactéries doivent être en contact par un pont cytoplasmique. Il s'agit d'une membrane visqueuse liant les deux bactéries. Le plasmide peut ainsi se transmettre par l'intermédiaire de ce pont. De son côté, la transformation peut se produire lors de la mort de la bactérie. En effet, lorsqu'elle meurt, celle-ci libère une grande quantité d'ADN dans son environnement. Dans certaines conditions très favorables au développement et à la croissance des bactéries, ces morceaux d'ADN peuvent être intégrés par d'autres bactéries présentes dans l'environnement. Finalement, il est possible de transmettre des gènes de résistance par transfert vertical de gènes. Ce phénomène est assez simple à expliquer : les gènes se transmettent de génération en génération. Lorsqu'une bactérie se reproduit, celle-ci transmet ses gènes résistants à sa descendance<sup>1</sup>.

## Bactéries résistantes sous haute surveillance

Certaines superbactéries sont plus à risque de développer une résistance. En effet, certaines familles de superbactéries réagissent plus aux antibiotiques que d'autres. D'abord, les bactéries à Gram négatif sont plus résistantes à de nombreux antibiotiques que le sont les bactéries à Gram positif. Qu'est-ce que qui différencie ces bactéries ? On peut les différencier par une technique de coloration, nommée « Gram ». Une bactérie violette sera de Gram positif alors qu'une bactérie rose sera de Gram négatif. Chaque catégorie est responsable de différents types d'infection et est sensible à différentes classes d'antibiotiques. Ainsi, leur réponse aux traitements antibiotiques diffère grandement. Les bactéries Gram négatives ont des systèmes de défense plus élaborés que les bactéries Gram positives, ce qui les rend beaucoup plus difficiles à éliminer. Cela s'explique par la différence entre leurs parois cellulaires respectives. En effet, les bactéries à Gram négatif sont couvertes d'une capsule protectrice qui empêche les globules blancs, luttant contre l'infection bactérienne, d'ingérer les bactéries. Sous cette capsule se trouve la membrane externe de la bactérie. Lorsqu'il y a présence d'un antibiotique, la membrane se déchire et libère des endotoxines, des substances toxiques qui rendent l'infection bactérienne encore plus grave<sup>2</sup>.

En 2017, l'Organisation mondiale de la Santé a hiérarchisé les familles de superbactéries les plus menaçantes selon l'urgence qu'il y a à les traiter. Cette hiérarchie repose sur plusieurs facteurs, tels que le taux de mortalité des infections, la durée du séjour à l'hôpital, la facilité de transmission de l'animal à l'être humain et le nombre d'options thérapeutiques restantes. De cette manière, le groupe prioritaire est celui des superbactéries les plus



menaçantes dans les hôpitaux, c'est-à-dire celles qui causent des infections dont les soins nécessitent l'utilisation d'un respirateur ou d'autres dispositifs de ce genre. Dans certains cas, ces infections peuvent même être mortelles. Les superbactéries faisant partie du groupe prioritaire causent souvent des infections touchant plusieurs parties du corps et sont toutes résistantes aux carbapénèmes (un antibiotique à large spectre). Parmi ce groupe, on retrouve d'abord la bactérie *Acinetobacter baumannii*. Sa résistance s'explique entre autres par sa facilité à adhérer aux surfaces, aux équipements médicaux ainsi qu'aux cellules humaines. De plus, elle résiste fortement aux désinfectants utilisés dans les centres médicaux. Celle-ci est responsable de diverses infections du sang et des poumons. Pour sa part, la bactérie *Pseudomonas aeruginosa* cause généralement une pneumonie associée aux respirateurs artificiels, alors que les bactéries du genre *Enterobacteriaceae* sont en cause dans plusieurs infections cutanées, urinaires ou pulmonaires. Sans surprise, ce sont toutes des infections causées par des bactéries à Gram négatif <sup>2,3</sup>.


Ensuite, on retrouve les bactéries à priorité élevée et moyenne. Ces bactéries sont responsables de plusieurs maladies courantes, telles que la gonorrhée, une ITSS causée par la bactérie *Neisseria gonorrhoeae*, résistante à la ceftriaxone. On note aussi la présence des salmonelles (*Salmonella*), responsables d'intoxications alimentaires et résistantes à la ciprofloxacine. Toutefois, ce sont des maladies qui ne sont généralement pas mortelles, ce qui

explique leur priorité moindre. Elles sont tout de même importantes à traiter, puisque ce sont des maladies fréquentes partout dans le monde <sup>2,3</sup>.

### Qu'est-ce qu'on peut faire pour contrer ces superbactéries ?

D'abord, il est primordial de rechercher et de développer de nouveaux antibiotiques qui sauront contrer ces infections. Le gouvernement investit déjà dans le développement de nouveaux antibiotiques pour remplacer ceux qui sont devenus inefficaces. Cependant, il s'agit d'un processus long et très coûteux. De plus, à long terme, cette solution est plus ou moins efficace puisque, le temps de trouver de nouveaux antibiotiques, les bactéries auront déjà possiblement muté. Par conséquent, les traitements deviendront inefficaces et il faudra reprendre le travail <sup>2</sup>.

Ne vous inquiétez pas : vous pouvez contribuer à préserver l'efficacité de vos antibiotiques. Tout d'abord, n'utilisez qu'un antibiotique prescrit par votre médecin. Il s'agit d'un expert connaissant bien vos besoins et qui ne vous donnera pas d'antibiotiques inutilement. Aussi, il est très important de respecter l'ordonnance du médecin, c'est-à-dire la quantité, les heures et la période durant laquelle on doit prendre l'antibiotique. En ne respectant pas ces indications, vous pourriez nuire à l'efficacité de l'antibiotique. De plus, il ne faut jamais réutiliser un antibiotique préalablement prescrit pour vous ou pour une connaissance. En effet, même si les symptômes sont semblables, il ne s'agit pas

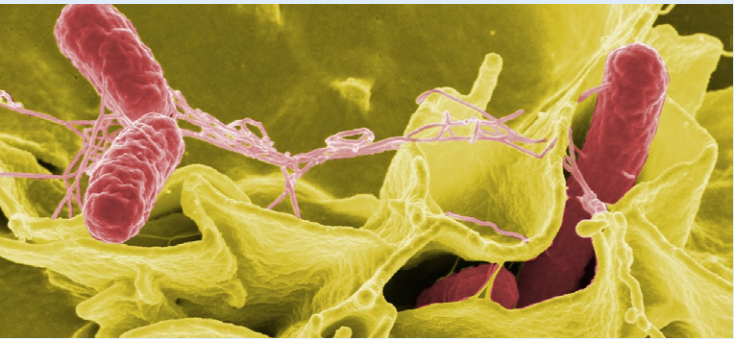


**Figure 1** Des médicaments ou antibiotiques. Source : Buissonne S. Pixabay [Internet]. 2016 [cité 10 avril 2023]. Disponible sur : <https://pixabay.com/fr/photos/mal-de-t%C3%A2te-la-douleur-pilules-1540220/>

nécessairement de la même maladie. Cela pourrait amener l'antibiotique à sélectionner des bactéries résistantes qui ne sont pas responsables de l'infection. Pour éviter de réutiliser ou bien de partager vos antibiotiques inutilisés, rappelez toutes les boîtes ouvertes à votre pharmacien, qui, lui, sera en mesure de les détruire de façon appropriée <sup>2</sup>.

Au niveau mondial, plusieurs initiatives sont mises de l'avant régulièrement. En 2015, l'Assemblée mondiale a approuvé un plan d'action, émis par l'Organisation mondiale de la Santé, pour lutter contre ce phénomène de résistance aux antibiotiques. On vise entre autres le renforcement de la recherche, l'augmentation de la sensibilisation et la diminution des répercussions causées par les infections <sup>2</sup>.

Maintenant, vous savez pourquoi votre ulcère n'est plus traitable. Propagez l'information et changez vos habitudes !



**Figure 2** La bactérie salmonelle. Source : Deutsch W. Pixabay [Internet]. 2013 [cité 10 avril 2023]. Disponible sur : <https://pixabay.com/fr/photos/bact%C3%A9ries-salmonella-67659/>

#### Références bibliographiques

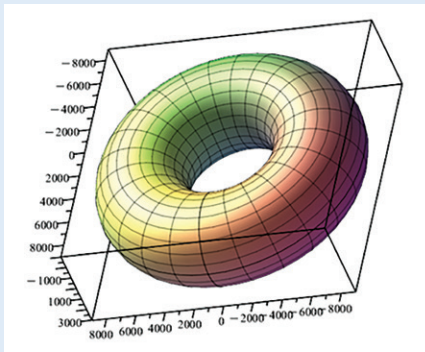
- <sup>1</sup> ONU UN. Se préparer aux superbactéries : renforcer l'action environnementale dans la réponse « Une Seule Santé » à la résistance antimicrobienne [Internet]. UNEP - UN Environment Programme. 2023 [cité 12 mars 2023]. Disponible sur : <http://www.unep.org/fr/resources/superbugs/environmental-action>
- <sup>2</sup> Organisation mondiale de la Santé. World Health Organization (WHO) [Internet]. 2023 [cité 6 avril 2023]. Disponible sur : <https://www.who.int/fr>
- <sup>3</sup> Manuel Merck. Édition professionnelle du Manuel MSD [Internet]. Édition professionnelle du Manuel MSD. 2023 [cité 10 avril 2023]. Disponible sur : <https://www.merckmanuals.com/fr-ca/professional>

# UNE TERRE EN FORME DE BEIGNE UNE DÉLICIEUSE POSSIBILITÉ ?

GUILLAUME LEFEBVRE ET ABIGAIL QUINTON

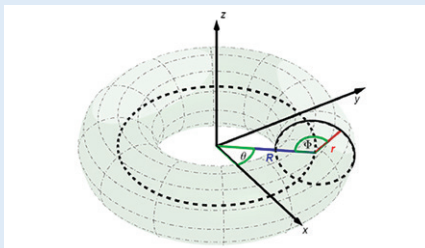
**Imaginons un monde dans lequel l'être humain aurait inévitablement causé sa perte et chercherait désormais une nouvelle planète pour y habiter. Supposons qu'en explorant l'Univers, les scientifiques découvrent à leur grande surprise une galaxie dans laquelle toutes les planètes seraient en forme de beigne. À quoi ressemblerait la vie sur une telle planète ?**

De manière plus explicite, un beigne est, d'un point de vue mathématique, une forme géométrique appelée un « tore ».



**Figure 1** Modélisation à l'échelle d'une planète toroïdale stable. Source : Abigail Quinton. Image créée à l'aide du logiciel Maple 2022, 2023, Salaberry-de-Valleyfield.

Il est possible de le concevoir comme étant un disque faisant une révolution autour d'un axe. Cela permet d'obtenir un système de coordonnées similaire à celui de la Terre dans lequel il est possible d'indiquer une position avec seulement deux angles. Le premier angle se nomme la « longitude » et décrit la position d'un objet d'est en ouest. Le deuxième, quant à lui, se nomme la « latitude » et décrit la hauteur d'un objet du nord au sud, soit sa distance entre l'équateur et les pôles. Ces deux angles ( $\theta$  et  $\Phi$ ), sur une planète – beigne, correspondent à une position sur le plan perpendiculaire à l'axe de rotation et à une position sur le disque.



**Figure 2** Aspects géométriques d'un tore. Source : Guillaume Lefebvre. Image créée à l'aide du logiciel GeoGebra, 2023, Salaberry-de-Valleyfield.

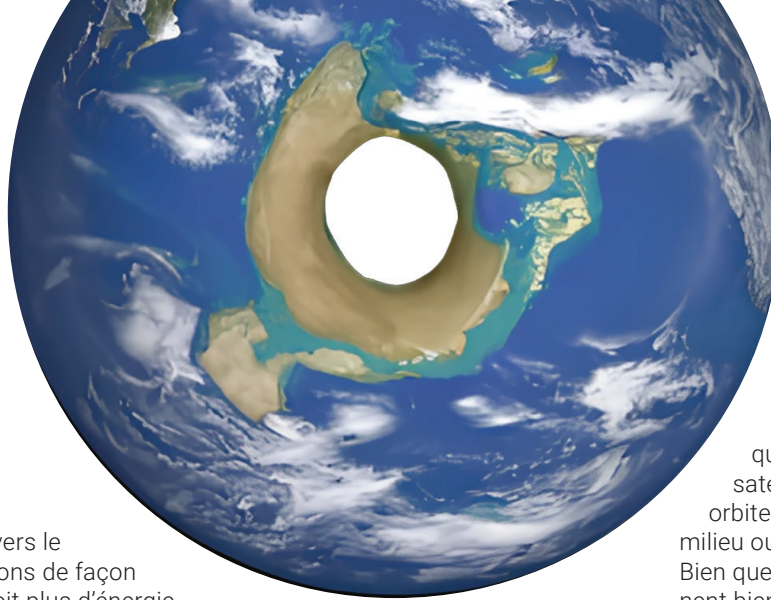
De plus, l'aire et le volume sont des caractéristiques principales d'une forme géométrique. La formule d'aire d'un tore est  $A=4\pi^2 Rr$  et la formule de volume est  $V=2\pi^2 Rr^2$ . En considérant un même volume pour la Terre et la planète-beigne, il est surprenant de constater que cette dernière aurait une aire supérieure de 28,40 %. Cette différence est loin d'être minime. En effet, pour chaque unité cubique de volume, il y aurait presque un tiers de superficie de plus. Il y aurait donc beaucoup plus de régions à explorer ou, si l'humain restait fidèle à sa nature, à coloniser et à assimiler.

Qu'en est-il des forces et des principes qui gouvernent l'existence d'un tel corps ? De manière très générale, la force gravitationnelle agit sur la masse des objets en les attirant les uns vers les autres. Lorsqu'il est question d'une forme toroïdale, le problème est que le centre du tore est un espace vide. En conséquence, les côtés du tore seraient constamment attirés entre eux jusqu'à imploser au centre. Afin d'éviter que le tore ne se transforme éventuellement en sphère, il est nécessaire d'avoir une force centrifuge. L'effet de celle-ci est de pousser la matière de l'intérieur vers l'extérieur. Dans le but d'avoir une grande force centrifuge, il est primordial d'avoir une grande vitesse de rotation. Effectivement, la force centrifuge est proportionnelle à la vitesse tangentielle au carré. Toutefois, une vitesse excessive aurait comme conséquence de vaincre la force gravitationnelle et de causer la fragmentation du tore. Bref, l'équilibre d'un tore serait davantage précaire que celui d'une sphère.

Afin de déterminer l'habitabilité d'une planète-beigne, il est important de considérer les phénomènes naturels et météorologiques. Le premier fait

étonnant sur cette planète imaginaire est qu'une journée ne durerait que 2 heures et 38 minutes. Ce phénomène serait provoqué par une vitesse de rotation élevée. Pour ce qui est de l'intérieur du beigne, il serait dans un état d'ensoleillement perpétuel. En effet, sur la Terre, lorsque les rayons solaires pénètrent l'atmosphère, ceux-ci ont trois possibilités. En premier lieu, une partie de cette énergie est absorbée par le sol et les organismes photosynthétiques durant le processus de photosynthèse. Ensuite, une partie de l'énergie absorbée est réémise sous forme de rayons infrarouges. Cette réémission d'énergie dans l'atmosphère contribue à l'effet de serre, soit le processus durant lequel les molécules atmosphériques absorbent les rayons infrarouges et les réémettent de façon continue. Par la suite, la dernière partie de la lumière est réfléchiée par le sol vers l'espace selon l'effet Albédo, qui décrit la capacité d'une surface à réfléchir la lumière. Celui-ci est en moyenne de 29 % sur Terre<sup>1</sup>. En supposant que l'atmosphère de la planète-beigne serait formée des mêmes substances que celle de la Terre, il est possible de s'attendre à ce que le côté illuminé du trou réfléchisse près du tiers des rayons du soleil. Certains d'entre eux frapperaient inévitablement l'autre côté du trou. Tout porte à croire que la végétation y serait luxuriante, étant donné que le milieu du beigne serait constamment illuminé. Par ailleurs, la luminosité constante y aurait, comme résultat, une température nettement plus régulière qu'aux autres endroits du beigne. Pour ce qui est de la température ailleurs que dans le trou, en se concentrant principalement sur les pôles, les conditions seraient plutôt extrêmes. En effet, l'inclinaison de 23,5° de la





Terre sphérique fait en sorte que, durant certaines périodes de son orbite, les rayons solaires frappent davantage l'hémisphère Nord ou Sud<sup>2</sup>. Dans ce sens, l'hémisphère penché vers le Soleil en reçoit les rayons de façon plus directe, donc reçoit plus d'énergie du Soleil par unité de surface que l'autre hémisphère, ce qui crée les saisons. Considérant que la planète-beigne serait beaucoup plus aplatie à ses pôles qu'une sphère, les rayons lumineux se répandraient moins que sur la courbure du pôle terrestre orienté vers le soleil. Ainsi, l'autre côté du beigne recevrait moins de luminosité. Le contraste de température entre les deux côtés d'une planète-beigne serait donc plus grand qu'entre les hémisphères terrestres.

Les différences de température sont à la source des plus importants phénomènes météorologiques. Cela se voit lorsqu'on étudie la formation des vents. En effet, le mouvement de convection est causé par une masse d'air chaud qui monte, laissant alors une dépression. En effet, l'air chaud est moins dense que l'air froid. La masse d'air chaud qui prend de l'altitude se refroidit, les particules se rapprochent, la masse d'air devient plus dense et, par le fait même, plus lourde. Ainsi, elle redescend. Une fois en bas, elle se réchauffe et le cycle recommence. Ce mouvement perpétuel fait naître les vents. Étant donné que les différences de température entre les pôles d'une planète-beigne sont drastiques, la rencontre des masses d'air très chaud et d'air très froid à l'équateur externe provoquerait un mouvement de convection important causant ainsi des vents puissants. Ce phénomène est particulièrement intéressant puisque,

**Figure 3** Représentation fictive d'une planète toroidale. Source : Abigail Quinton et Guillaume Lefebvre. Image générée par le logiciel Craiyon, 2023, Beauharnois.

sur la Terre, le mouvement de convection est plus faible à l'équateur, région avantagée par une température assez constante. Sur la Terre, on a l'impression que les courants d'air suivent une trajectoire courbée. Ce phénomène se nomme « l'effet de Coriolis » et est causé par la rotation de la Terre sous l'atmosphère. Sans cela, les vents suivraient un mouvement latitudinal. Les cyclones, qui sont des phénomènes dévastateurs, sont engendrés par des mouvements circulaires d'air causés par l'effet de Coriolis autour d'une dépression. La rotation rapide de la planète-beigne amplifierait l'effet de Coriolis et certains phénomènes naturels, tels que les cyclones, seraient plus intenses.

Ce principe peut être observé sur Jupiter. Cette dernière a la vitesse de rotation la plus élevée du système solaire, causant de violentes tempêtes. D'ailleurs, une autre conséquence de l'effet de Coriolis sur Jupiter est la formation de bandes atmosphériques. De manière simplifiée, la vitesse de rotation est si élevée que les nuages, emportés par les vents violents, s'étirent jusqu'à faire le tour complet de la planète. La grande vitesse de rotation de la planète-beigne causerait-elle également ce type de bandes ?

Il ne faudrait tout de même pas oublier la complice de la Terre : la Lune. Les modélisations ont montré une variété de possibilités quant aux orbites possibles d'un satellite<sup>3</sup>. En effet, il existe des orbites lunaires passant dans le milieu ou autour de la planète-beigne. Bien que ces modélisations fonctionnent bien en théorie, elles ne prennent pas en considération les forces des marées, en partie le résultat de la force gravitationnelle de la Lune sur la Terre. Bien que la force gravitationnelle engendre la variation des niveaux d'eau, soit des marées sur Terre, celles-ci seraient néanmoins nettement moins plaisantes sur une planète-beigne, car elles pourraient la mener à sa destruction. En effet, une lune passant trop près de cette planète toroidale causerait des marées si intenses que cela la déformerait au point de briser son fragile équilibre. Ainsi, une orbite circulaire éloignée serait plus stable pour son satellite.

Bien qu'il soit amusant de s'imaginer à quoi ressemblerait la vie sur une telle planète, il est difficile de croire que les êtres humains s'y plaindraient. Les conditions climatiques extrêmes rendraient l'existence humaine difficile. L'instabilité de la planète-beigne serait continuellement en train de menacer la survie de toutes les espèces y habitant (fig.3). Devant toutes les nouvelles alarmantes concernant les changements climatiques, plusieurs questions se posent : est-ce que l'être humain attendra que la survie de son espèce dépende d'une exoplanète au fin fond de la galaxie avant d'agir ? Ne serait-il pas temps d'écouter les scientifiques et de protéger les écosystèmes d'une planète qui a tant à offrir ?

#### Références bibliographiques

- <sup>1</sup> University of California B. Absorption / reflection of sunlight [Internet]. Understanding Global Change. 2023 [cité 28 mars 2023]. Disponible à : <https://ugc.berkeley.edu/background-content/reflection-absorption-sunlight/>
- <sup>2</sup> Pelletier D. Introduction à l'astronomie et à l'astrophysique [Internet]. 2023 [cité 28 mars 2023]. Disponible à : <https://dpelletier.profweb.ca/AstronomieComp/accueil.html>
- <sup>3</sup> Sandberg A. Andart: Torus-Earth [Internet]. Andart. 2014 [cité 28 mars 2023]. Disponible à : <http://www.aleph.se/andart/archives/2014/02/torusearth.html>

# LA TERRIBLE GRENOUILLE QUI FAIT AVANCER LA SCIENCE

ÉMILIE LARIVIÈRE, LÉANNE PERRAULT ET DAVID-ALEXIS ROY

**La phyllobate terrible, grenouille en situation précaire en Amérique du Sud, sécrète un poison, la batrachotoxine, pouvant à la fois tuer un être humain et aider à faire avancer la médecine.**

Imaginez... Vous êtes seul(e) avec votre sac à dos, explorant la majestueuse forêt amazonienne. Malheur ! Vous trébuchez sur une racine et vous vous éraflez la main sur une branche. Alors que vous chutez, vous effleurez de la même main une grenouille très colorée. Sans comprendre ce qui se passe, vous vous retrouvez au sol et votre cœur s'affole. En quelques minutes seulement, celui-ci s'arrête, mettant fin à votre voyage de rêve... et à votre vie ! Mais que s'est-il passé exactement ?

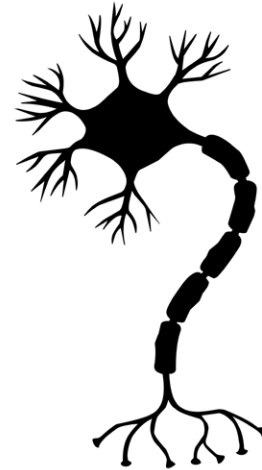
La grenouille que vous avez rencontrée se nomme « phyllobate terrible » (*Phyllobates terribilis*). Celle-ci possède une neurotoxine très puissante, la batrachotoxine. Le petit amphibien est facilement reconnaissable grâce à ses couleurs vives telles que le jaune. Cet amphibien réside dans les régions tropicales d'Amérique du Sud, comme la forêt amazonienne. <sup>1</sup> En raison de la destruction massive de son habitat par l'homme, la grenouille est en voie de disparition. Nous aurions cependant intérêt à la protéger puisque sa toxine, provenant des fourmis qu'elle consomme, pourrait être grandement utile en pharmacologie. Toutefois, alors que la toxine pourrait faire avancer la science, on risque la mort en la manipulant. Voyons comment.

De manière générale, la batrachotoxine perturbe le rythme cardiaque. Normalement, pour qu'un cœur pompe efficacement le sang dans le corps, ses cellules musculaires doivent se contracter à un rythme régulier. En présence de la neurotoxine, certaines cellules restent contractées. Cela provoque une arythmie cardiaque, c'est-à-dire une désynchronisation du rythme du cœur. Un arrêt cardiaque s'ensuit si le rythme n'est pas rétabli rapidement. En forêt, votre mort serait imminente, car il est improbable que votre cœur puisse spontanément rétablir son rythme.

Détaillons maintenant ce qui se passe dans votre corps. La batrachotoxine a un effet seulement si elle est ingérée ou si elle entre directement dans le système sanguin, par exemple, par l'entremise d'une blessure ouverte. Si elle est ingérée, elle sera absorbée par le système digestif et se retrouvera dans le sang. À ce stade, la toxine circule dans tous les vaisseaux sanguins du corps. Près du cœur, la neurotoxine va passer par les petits vaisseaux sanguins qui nourrissent les cellules musculaires et atteindre les neurones à proximité.

Le muscle cardiaque est différent des muscles squelettiques, c'est-à-dire ceux qui sont attachés à votre squelette. En effet, ces derniers se contrôlent de manière volontaire. Nous ordonnons à nos muscles squelettiques de se contracter en leur envoyant des influx nerveux, alors que le muscle du cœur fonctionne très bien de façon autonome. Nous n'avons pas à demander à notre cœur de pomper le sang. Si c'était le cas, dormir serait assez problématique ! D'ailleurs, saviez-vous que le cœur continue à battre même à l'extérieur d'un corps humain ? Cependant, le système nerveux dit « autonome » a quand même un rôle à jouer pour régulariser notre rythme cardiaque. Le système nerveux est composé de l'encéphale et de nerfs, soit de petits tuyaux composés de neurones. Ces derniers sont le moyen de transport des influx nerveux dans le corps. En somme, si on veut accélérer ou ralentir notre rythme cardiaque ou augmenter ou diminuer la force de contraction selon les besoins sanguins de notre corps, nous avons besoin du système nerveux autonome, mais le cœur peut garder un rythme normal tout seul.

Comment peut-il fonctionner indépendamment et quel est le lien avec le système nerveux autonome ?



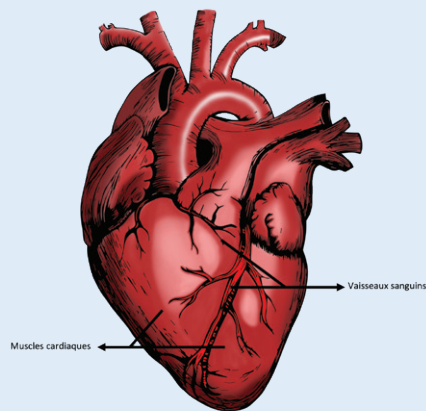
**Figure 2** Un schéma d'un neurone. Source : Hassan M. Stockvault [Internet]. 2018 [cité 9 avr 2023]. Disponible sur : <https://www.stockvault.net/photo/255473/nerve-cell-silhouette>

Le nœud sinusal, une toute petite partie spécialisée du cœur, agit tel un chef d'orchestre en donnant le rythme de contraction aux cellules musculaires cardiaques. Ces musiciennes reçoivent les influx nerveux directement du nœud sinusal et suivent le rythme établi. Ainsi, les cellules musculaires du cœur se contractent à l'unisson. Toutefois, la fréquence cardiaque et la force de contraction sont régulées par le système nerveux autonome. Pour transmettre un influx à travers les nerfs, il faut que la membrane des neurones qui les composent se dépolarise. Cela signifie que la charge à l'intérieur devient plus positive. Dans le cœur, cette dépolarisation est possible grâce à de petites portes situées sur la membrane des neurones. Ces portes nommées « canaux » s'ouvrent lorsque l'influx nerveux s'approche. Lorsqu'ils s'ouvrent, des ions sodium ( $\text{Na}^+$ ) les traversent pour entrer dans le neurone. Ceci augmente la charge interne du neurone et permet de faire avancer l'influx nerveux, ce qui ouvre d'autres canaux, et le cycle continue. Cela se produit tout le long des neurones et c'est de cette façon que l'ordre de se



contracter arrive jusqu'aux cellules musculaires. Lorsque l'influx nerveux arrive à la jonction entre le neurone et les cellules musculaires cardiaques, des neurotransmetteurs sortent du neurone et ouvrent les canaux à ions sodium ( $\text{Na}^+$ ) situés sur la membrane des cellules musculaires. Les ions sodium ( $\text{Na}^+$ ) entrent alors dans les cellules. Ces ions sont l'un des signaux qui commandent l'accumulation des ions calcium dans la cellule musculaire cardiaque. Ces derniers déclenchent la contraction du muscle.

Revenons maintenant à notre mise en situation. Rappelons-nous que vous souffrez d'un empoisonnement à la batrachotoxine et que vous êtes au beau milieu de la forêt amazonienne. Ce poison a comme effet dévastateur de garder les canaux à sodium des cellules musculaires cardiaques ouverts en sa présence.<sup>2</sup> Puisque le cœur est entouré de vaisseaux sanguins, cela signifie que la toxine propagée dans le sang s'est inévitablement rendue dans les neurones et les cellules du cœur. Dans la membrane des cellules musculaires cardiaques, les canaux à sodium, coincés en position ouverte, font continuellement rentrer du  $\text{Na}^+$ , ce qui libère du calcium dans les cellules musculaires cardiaques. Cela fait donc en sorte que le muscle reste contracté, sans jamais se relâcher.<sup>2</sup>



**Figure 3** Un schéma d'un cœur. Source : Mandrakept modifié par Larivière É. Pixabay [Internet]. 2020 [cité 19 avril 2023]. Disponible sur : <https://pixabay.com/fr/illustrations/c%5c93ur-infirmi%3ca8re-sant%3ca9-5079717/>

Puisque les molécules de batrachotoxine ne se propagent pas de façon uniforme dans le sang, certaines cellules musculaires cardiaques peuvent être affectées avant d'autres. Ainsi, certaines parties du muscle cardiaque restent contractées et d'autres non. Le processus de contraction et de pompage du sang se désynchronise donc peu à peu, ce qu'on appelle une « arythmie ». Les contractions ne suivent plus le rythme régulier normalement imposé par le chef d'orchestre. Au fur et à mesure que les molécules de batrachotoxine se répandent dans le cœur, de plus en plus de parties restent contractées, jusqu'au point fatal où le cœur cesse complètement de battre. C'est l'arrêt cardiaque.

Bien que la batrachotoxine puisse être mortelle, elle peut aussi nous aider à faire avancer la science. Mieux comprendre la batrachotoxine pourrait ouvrir la voie à des traitements contre l'épilepsie et la maladie d'Alzheimer. Des recherches sont en cours. De plus, des médicaments dérivés de la neurotoxine seraient en cours d'étude pour soulager la sclérose en plaques et l'arthrite, des maladies dégénératives.<sup>3</sup>

Étant donné sa propriété de neurotoxine très puissante, la batrachotoxine nous aide à comprendre le fonctionnement d'autres molécules. Effectivement, utilisée avec d'autres substances, elle permet d'étudier le mouvement des ions au travers de diverses membranes.

En somme, avec la faune et la flore magnifiques qui disparaissent peu à peu, nos balades en forêt ne seront bientôt plus les mêmes. Il ne sera plus



**Figure 1** Une phyllobate terrible. Source : Wagner DHG. Flickr [Internet]. 2017 [cité 4 avr 2023]. Disponible sur : <https://www.flickr.com/photos/145400091@N04/38502444430/>

possible d'observer les mêmes paysages et les mêmes espèces que nous voyons aujourd'hui si nous continuons à détruire notre environnement. Il est donc important de protéger notre faune, notre flore et les espèces en voie de disparition, comme la phyllobate terrible. Son cas illustre de quelle manière préserver notre environnement soutient le développement de nos connaissances pharmacologiques et médicales. Puisqu'elle obtient sa toxine grâce à son alimentation spéciale composée d'insectes, il est impossible de garder la grenouille en captivité pour l'avancement de la science. Il est donc important de la maintenir dans son habitat naturel pour bénéficier de sa toxine et de ses bienfaits. Bref, protégeons nos forêts et les grenouilles pour que d'autres merveilles de la nature nous révèlent leurs secrets. Faites donc attention, la prochaine fois où vous irez explorer la forêt amazonienne !

#### Références bibliographiques

<sup>1</sup> Stynoski JL, Schulte LM, Rojas B. Poison frogs. *Current Biology* [Internet]. 2 nov 2015 [cité 9 avr 2023];25(21):R1026-8. Disponible sur : [https://www.cell.com/current-biology/abstract/S0960-9822\(15\)00738-1](https://www.cell.com/current-biology/abstract/S0960-9822(15)00738-1)

<sup>2</sup> Purves G, Augustine GJ, Fitzpatrick D, Hall WC, LaMantia A-S, White LE. *Neurosciences*. 5e éd. Bruxelles : De Boeck Supérieur ; 2015. 759p.

<sup>3</sup> Trudeau S. Synthèse totale de 14-[bêta]-hydroxystéroïdes et progrès vers la batrachotoxine par polycyclisation anionique et par diels-alder transannulaire [Internet]. Université de Sherbrooke ; 2004 [cité 10 mars 2023] [Ph.D.]. Disponible sur : <https://savoirs.usherbrooke.ca/handle/11143/5043>



# FINISSANT(E)S EN SCIENCES DE LA ET LEURS PRO





# NATURE DU CÉGEP DE VALLEYFIELD PROFESSEUR(E)S





# UNE INJECTION POUR DEVENIR MAIGRICHON ?

ARIANE BENOIT ET ÈVE LECOMPTE

**Vous avez sûrement entendu parler de certains médicaments miraculeux dans l'actualité et sur plusieurs plateformes comme TikTok ou Twitter. Cependant, il est important de s'informer avant de croire tout ce que l'on voit sur les réseaux sociaux !**

Depuis les dernières années, le nombre de personnes considérées en situation d'obésité au Canada a grandement augmenté. Cette hausse remarquable peut s'expliquer par l'augmentation de la sédentarité chez les adultes et les enfants et les mauvaises habitudes alimentaires. Être en surpoids nuit grandement à l'état de santé général d'une personne et élève significativement le risque de développer des maladies chroniques. Il n'y a pas de solution magique et certifiée pour remédier à l'obésité. Cependant, un médicament dit « miracle » est récemment devenu viral sur TikTok grâce à des témoignages de ses utilisateur(-trice)s. Ce médicament se nomme Ozempic® et nous allons le démystifier pour vous dans cet article. Nous allons analyser les avantages et les inconvénients à connaître avant de se lancer dans ce traitement.

L'Ozempic® est disponible depuis déjà plusieurs années et il est principalement prescrit pour traiter le diabète de type 2.

Malheureusement, les diabétiques ne produisent pas assez d'insuline pour ajuster leur concentration sanguine de sucre. En effet, l'insuline est une hormone sécrétée par le pancréas qui vient diminuer le taux de glucose, qu'on appelle aussi la « glycémie ». En temps normal, lorsque la glycémie augmente, le GLP-1, soit le *glucagon-like peptide-1*, une autre hormone qui a plusieurs fonctions dans le corps, se fixe aux récepteurs sur le pancréas et active la sécrétion d'insuline. La molécule active de l'Ozempic® se nomme le sémaglutide. Le sémaglutide agit comme le GLP-1 et se fixe aux mêmes récepteurs, ce qui augmente la sécrétion d'insuline par le pancréas et donc abaisse la glycémie. Le médicament agit en fonction du taux

de sucre et stimule seulement l'insuline au besoin.

Récemment, un effet secondaire connu de l'Ozempic® est devenu soudainement très populaire. En effet, le médicament coupe l'appétit et cause indirectement la perte de poids. En temps normal, l'hormone GLP-1 est absorbée par l'intestin et agit sur le foie, l'estomac et le cerveau. Dans le foie, elle permet d'accumuler des

activés par le médicament. Ceux-ci sont situés dans le noyau arqué de l'hypothalamus. Ces neurones peuvent avoir un effet anorexigène, c'est-à-dire qu'ils coupent l'appétit<sup>1</sup>. Tous ces événements donnent l'impression au corps humain qu'il n'a pas faim et qu'il n'est pas nécessaire de manger, d'où la perte de poids observée chez les consommateur(-trice)s d'Ozempic®.

L'Ozempic® est disponible sous forme d'injection que l'on s'administre de façon sous-cutanée une fois par semaine. Il est offert en dose individuelle de 0,25 mg, 0,5 mg et 1 mg par la compagnie pharmaceutique Novo Nordisk. Cependant, à ces doses, la perte de poids n'est pas impressionnante. Le sémaglutide doit être administré à une dose plus élevée pour avoir des résultats plus efficaces. Déjà commercialisé aux États-Unis et bientôt disponible au Canada, le Wegovy® est une version plus concentrée de l'Ozempic®. Ce format offre le sémaglutide à une dose injectable de 2,4 mg. De plus, le Wegovy® est indiqué précisément pour la perte de poids, et non pour le diabète de type 2.

Ce traitement offre une seconde chance aux personnes souffrant d'obésité qui ne parviennent pas à perdre du poids. Malgré leurs tentatives de suivre des diètes, d'avoir une alimentation saine et de pratiquer des entraînements réguliers, ces personnes ne réussissent tout de même pas à perdre du poids pour des raisons biologiques ou génétiques. Puisque la dose du Wegovy® est plus élevée, les effets sur le sentiment de satiété se font ressentir davantage et provoquent une perte de poids plus importante. En effet, selon la monographie de l'Ozempic® pour une



**Figure 1** Emballage commercial de l'Ozempic. Source : Ève Lecompte, photographie, 2023, Salaberry-de-Valleyfield.

réserves d'énergie sous la forme de glycogène. Grâce au sémaglutide, il est possible d'augmenter ce stockage d'énergie. Sous l'effet du médicament, la personne ne ressent pas le besoin de manger, car ses réserves d'énergie sont déjà optimisées. L'Ozempic® a également un effet sur la vidange gastrique en modifiant le rythme auquel l'estomac se vide après un repas. Le sémaglutide ralentit la vidange gastrique immédiatement après un repas. Cela a pour effet de couper l'appétit puisque l'estomac est déjà plein et le restera pendant plusieurs heures encore. L'impression de satiété est principalement causée par l'effet du sémaglutide dans le cerveau. Il existe des récepteurs pour l'hormone GLP-1 qui peuvent être



dose de 0,5 mg, la perte de poids moyenne chez les utilisateur(-trice)s est de 4,2 % de la masse corporelle initiale sur un an. Pour une dose de 1 mg, la perte de poids moyenne est de 5,5 % du poids initial <sup>2</sup>. Le Wegovy® offre une perte de poids moyenne entre 9,6 % et 16 % de la masse corporelle initiale <sup>3</sup>. Même si les pourcentages semblent minimes, ils peuvent tout de même faire la différence entre un poids santé ou un surpoids. De plus, il est possible d'observer les changements physiques d'une personne qui suit le traitement : amincissement du visage, réduction du tour de taille, et définition des muscles, notamment.

La plupart des utilisateur(-trice)s qui vantent les avantages d'Ozempic® oublient de mentionner que le médicament cause des effets secondaires importants. Un nombre significatif d'utilisateur(-trice)s développent des troubles gastro-intestinaux tels que des nausées, des diarrhées et des vomissements. Selon la monographie de l'Ozempic® et du Wegovy®, il est également possible d'avoir des maux de tête, des étourdissements ainsi que de perdre ses cheveux. Avec une dose de 2,4 mg, il est possible de développer des troubles plus graves et plus rares, comme un cancer de la glande thyroïde, une inflammation du pancréas ou une insuffisance rénale. Ces effets secondaires peuvent avoir des répercussions significatives sur la qualité de vie d'une personne.

Contrairement à ce qui est présenté sur les réseaux sociaux, la prise d'Ozempic® ou de Wegovy®, pour la perte de poids, n'est pas recommandée pour tout le monde. Ces injections

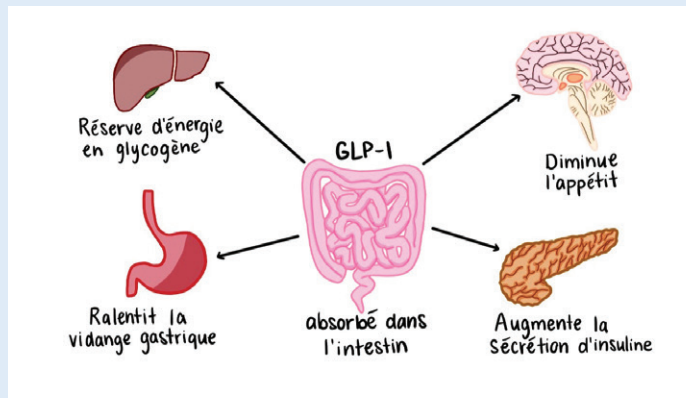


Figure 2 Effets du GLP-1 dans différents organes du corps. Source : Ève Lecompte, dessin créé à l'aide du logiciel GoodNotes, 2023, Salaberry-de-Valleyfield.

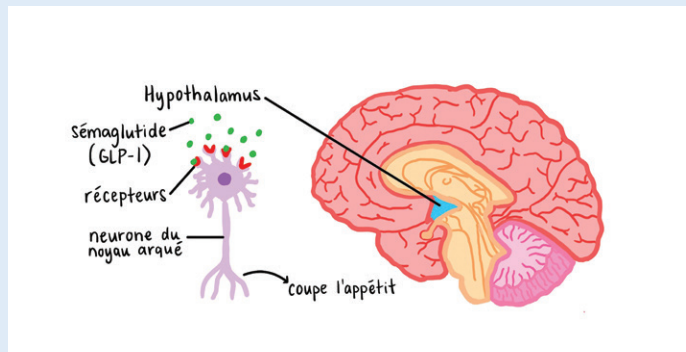


Figure 3 Arrivée du sémaglutide dans le cerveau. Source : Ève Lecompte, dessin créé à l'aide du logiciel GoodNotes, 2023, Salaberry-de-Valleyfield

sont réservées aux personnes dont le poids devient nuisible à leur santé. Les spécialistes utilisent l'indice de masse corporelle (IMC) pour déterminer si un(e) patient(e) est éligible au médicament. Le traitement est proposé aux personnes dont l'IMC est supérieur à 30 kg/m<sup>2</sup>, ce qui correspond à une obésité de classe 1. Il peut également être proposé aux patient(e)s dont l'IMC se situe entre 27 kg/m<sup>2</sup> et 30 kg/m<sup>2</sup> si on détecte au moins un problème lié à leur surpoids, comme l'hypertension, l'apnée du sommeil ou un taux élevé de lipides sanguins. Bref, l'injection n'est pas faite pour celles et ceux qui veulent simplement perdre leurs quelques livres en trop. Il faut aussi considérer que le traitement est très coûteux. Au Québec, les médicaments pour la perte de poids ne sont pas couverts par les compagnies d'assurances. Les patient(e)s doivent s'attendre à déboursier le prix complet du médicament en plus des frais de la

pharmacie. Ce montant se situe entre 200 \$ et 300 \$ par mois selon la dose administrée et la succursale.

De plus, les utilisateur(-trice)s doivent manger sainement tout au long du traitement et maximiser leur activité physique. Lorsqu'on cesse d'utiliser le médicament, si les recommandations des spécialistes de la santé ne sont pas suivies, il est fort probable que le poids perdu durant le traitement soit repris. La prise de l'Ozempic® engage donc les patient(e)s à conserver un mode de vie sain dans le but de garder les résultats à long terme.

En somme, le sémaglutide, développé initialement pour traiter le diabète de type 2, peut être utilisé pour la perte de poids grâce à ses effets anorexigènes. Le médicament peut être avantageux pour les personnes incapables de perdre du poids avec les méthodes conventionnelles. Cependant, il y a beaucoup d'informations à prendre en

considération avant de commencer la prise du médicament. L'Ozempic® et le Wegovy® peuvent engendrer de nombreux effets secondaires et les utilisateur(-trice)s peuvent rapidement revenir à leur poids initial si leur mode de vie n'est pas corrigé. De plus, les deux injections sont très coûteuses et sont seulement offertes aux personnes atteintes d'un surpoids important qui pourrait mettre en danger leur état de santé. Contrairement à ce qui est montré dans l'actualité, l'Ozempic® n'est pas sans danger et demande des efforts de la part de l'utilisateur(-trice) pour fonctionner efficacement. Ainsi, si vous songez à prendre l'un de ces deux médicaments, gardez en tête que les premières solutions pour contrer l'obésité resteront toujours les bonnes habitudes de vie et les mesures non pharmacologiques.

#### Références bibliographiques

<sup>1</sup> Baggio LL, Drucker DJ. Glucagon-like peptide-1 receptors in the brain: controlling food intake and body weight. J Clin Invest [Internet]. 1 oct 2014 [cité 30 mars 2023];124(10):4223-6. Disponible sur : <https://www.jci.org/articles/view/78371>

<sup>2</sup> Monographie Ozempic® sémaglutide injection [Internet]. Novo Nordisk Canada. 2022 [cité 8 févr. 2023]. Disponible sur : <https://cdn.vigilance.ca/mc/n9763124.pdf>

<sup>3</sup> Monographie WegovyTM sémaglutide injection [Internet]. Novo Nordisk Canada. 2022 [cité 30 mars 2023]. Disponible sur : <https://cdn.vigilance.ca/mc/g2822600.pdf>

# QUAND LA SCIENCE RENCONTRE L'ACCIDENTOLOGIE

MATHYS BOUSQUET, MYRELLIA DEOSTE ET PHILIPPE GRÉGOIRE

Certains évènements, tels qu'une collision entre automobilistes, se produisent sur la route et semblent impossibles ou très difficiles à expliquer. Les causes d'accidents sont nombreuses : le manque d'attention, l'environnement, les émotions, la vitesse, etc. Grâce notamment à la physique, les enquêteurs en reconstruction d'accidents sont capables de reconstituer, avec assez de précision, ce qui s'est produit et de déterminer si des infractions ont été commises.

Un bruit strident retentit jusqu'à vos tympans et un hurlement vous glace le sang. Une dame a évité de justesse un grave accident alors qu'elle était en train de traverser la rue. Elle affirme que le conducteur ne respectait pas la limite de vitesse de cette rue à proximité d'une école, soit 30 km/h. Un enquêteur se dirige sur les lieux de l'incident et tente de savoir si le conducteur roulait effectivement trop vite. Vous êtes alors invités à suivre cette enquête palpitante et à découvrir les secrets qui se cachent derrière chaque incident sur nos routes.

Pour commencer cette analyse, l'enquêteur n'a pas énormément d'informations. En effet, celui-ci ne possède que quelques indices. Premièrement, il connaît la distance de freinage, qu'il a déterminée grâce aux traces de pneus. Deuxièmement, il peut établir la vitesse finale de 0 m/s puisque la voiture a freiné juste avant la collision. De plus, il connaît les conditions météorologiques au moment de l'accident et la marque des pneus de la voiture conduite. En ne connaissant que la distance de freinage, la marque des pneus de la voiture et les conditions météorologiques, l'enquêteur pourra-t-il prouver que la voiture roulait trop vite ?

Heureusement pour l'enquêteur, celui-ci connaît bien la physique, tout particulièrement les mouvements rectilignes uniformément accélérés (MRUA). Pour utiliser les formules du MRUA, l'enquêteur doit faire une supposition concernant l'uniformité du freinage. En effet, il peut raisonnablement supposer que le conducteur a freiné de manière uniforme jusqu'à s'arrêter

complètement, car les traces de pneus sont pratiquement identiques du début jusqu'à la fin. Le conducteur a donc probablement paniqué en enfonçant sa pédale de frein sans relâcher la pression jusqu'à ce que son véhicule s'arrête.

L'enquêteur commence donc ses calculs en ayant comme objectif de trouver  $v_i$ , soit la vitesse initiale de la voiture. Il débute avec la formule  $d = v_{moyenne} \cdot t$  (1) où  $d$  est la distance parcourue lors du freinage,  $v_{moyenne}$  la vitesse moyenne du véhicule et  $t$  le temps entre le début et la fin du freinage.

Il sait aussi que la vitesse moyenne est donnée par  $v_{moyenne} = \frac{(v_f + v_i)}{2}$  (2)

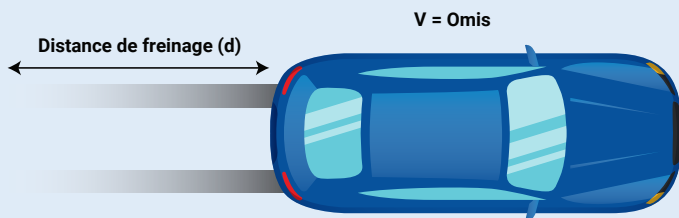


Figure 1 Distance de freinage (d) lors de l'arrêt complet du véhicule.

$v_f$  étant la vitesse finale. L'enquêteur remplace alors  $v_{moyenne}$  dans la formule (1) et se retrouvera, après un peu d'algèbre, avec  $d = \frac{v_f \cdot t}{2} + \frac{v_i \cdot t}{2}$  (3).

Il connaît aussi une autre formule du MRUA, soit  $v_f = v_i + a \cdot t$  (4), où  $a$  est l'accélération de la voiture. La formule (4) va alors lui permettre de remplacer la vitesse finale dans l'équation (3) ce qui donne :  $d = v_i \cdot t + \frac{at^2}{2}$  (5).

L'enquêteur réalise alors quelque chose : il ne connaît pas le temps qu'a pris

la voiture pour s'arrêter. Il doit alors substituer  $t$  dans l'équation (5). Pour ce faire, il doit isoler  $t$  dans la formule (4) pour trouver  $t = \frac{(v_f - v_i)}{a}$  (6).

En remplaçant et en simplifiant, l'enquêteur obtient  $d = \frac{(v_f^2 - v_i^2)}{2a}$  (7).

L'apprenti physicien voit alors qu'il est proche du but. En effet, il lui reste seulement une variable inconnue : l'accélération. Il doit donc trouver une nouvelle expression pour l'accélération afin de l'utiliser par la suite. C'est alors que lui vient un éclair de génie ! Il se rappelle la deuxième loi de Newton, plus précisément l'équation  $\Sigma F_x = ma$  (8), où  $\Sigma F_x$  est la somme de toutes les forces parallèles à la route qui agissent sur la voiture, et  $m$  est la masse de la voiture.

L'enquêteur analyse une voiture qui freine sur une route droite sans aucune pente et se dit que la seule force agissant sur la voiture est le frottement des pneus sur la route. En réalité, le frottement n'est pas la seule force

parallèle à la route qui agit sur la voiture, il y en a une multitude, mais celles-ci sont si petites qu'elles sont négligeables. Par exemple, la résistance de l'air est une de ces forces négligeables. En effet, il a été prouvé que cette force ne commence à avoir un effet qu'à partir de 90 km/h et ne devient significative qu'à 128 km/h. L'enquêteur sait donc qu'il peut la négliger puisque l'incident s'est passé dans une rue résidentielle.

Maintenant qu'il sait que  $\Sigma F_x$  est égale à la force de frottement, il suffit de trouver celle-ci. Heureusement pour l'enquêteur, elle est donnée par





$F_f = \mu \cdot F_N$  (9),  $F_f$  étant la force de frottement,  $\mu$  le coefficient de frottement, qui représente le rapport entre la force de glissement et la force de maintien, et  $F_N$  qui représente la force normale, donc la force que le sol produit sur la voiture. Cette dernière est égale à  $mg$ , où  $m$  est la masse de la voiture et  $g$  est l'accélération gravitationnelle de  $9,8 \text{ m/s}^2$  à la surface de la Terre.

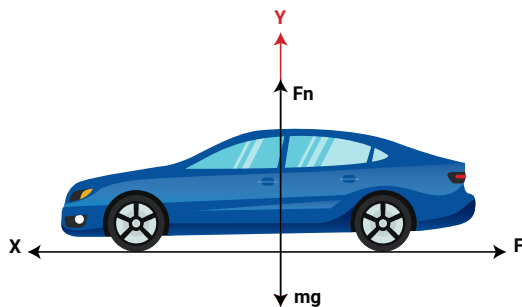


Figure 2 Schéma des forces en action sur la voiture.

En remplaçant  $F_N$  dans l'équation (9), l'enquêteur se retrouve avec  $F_f = \mu \cdot n$  (10). Comme il avait déterminé que  $\sum F_x$  était égale à la force de frottement uniquement, il conclut alors que  $\mu \cdot mg = ma$ ; puisqu'il cherchait  $a$ , il l'isole pour donner  $\mu \cdot g = a$  (11). Le physicien amateur remplace ensuite  $a$  dans l'équation (7) donnant  $d = \frac{(v_f^2 - v_i^2)}{2(\mu \cdot g)}$ .

Il sait aussi que l'accélération était négative puisque la voiture freinait, il se retrouve donc avec  $d = \frac{(v_i^2 - v_f^2)}{2(\mu \cdot g)}$  (12).

Puisque l'enquête cherche à trouver la vitesse initiale, l'enquêteur va isoler  $v_i$  pour avoir :  $v_i = \sqrt{2(d \cdot \mu \cdot g) + v_f^2}$  (13).

L'équation trouvée met alors en relation 3 variables ( $d$ , la longueur des traces de pneus ;  $\mu$ , le coefficient de frottement ; et  $v_f$ , la vitesse finale) et une constante,  $g$ , qui représente l'accélération gravitationnelle.

En analysant la scène de l'incident, il a pu facilement trouver  $d$  en mesurant les traces de pneus laissées par le freinage et  $v_f$  est aussi connue puisque la voiture a réussi à s'arrêter juste avant de heurter la dame, la vitesse finale est donc de  $0 \text{ m/s}$ .

Cependant, il ne peut pas connaître le coefficient de frottement en analysant la scène de l'accident, pour le trouver il faut faire une petite expérience pratique. Tout d'abord, il faut connaître les conditions météorologiques et le type de la route sur laquelle la voiture roulait. Une fois que l'enquêteur connaît ces deux informations, il n'a qu'à prendre un pneu du même type que ceux installés sur la voiture et appliquer une masse connue sur celui-ci. Ensuite, il doit tirer sur le pneu et trouver à quelle force il commence à glisser. L'enquêteur utilise

ensuite l'équation (10), mais en isolant  $\mu$ , ce qui lui donne  $\mu = \frac{F_f}{m \cdot g}$ ,

$F_f$  étant la force nécessaire pour que le pneu glisse.

S'il est impossible de faire l'expérience, il est en revanche possible de consulter les valeurs produites lors d'expériences similaires déjà menées. Puisque l'enquêteur n'a pas le temps de faire l'expérience, il prendra une valeur trouvée dans un tableau de valeurs standards. Comme il sait que la route est faite en béton bitumineux et qu'il pleuvait lors de l'incident, il trouve que le coefficient de frottement se trouve entre  $0,40$  et  $0,65$ , il décide donc de prendre la valeur moyenne, soit  $0,525$ . L'enquêteur peut alors enfin faire son calcul, soit :

$$v_i = \sqrt{2(25m \cdot 0,525 \cdot \frac{9,8m}{s^2}) + 0^2}$$

Il trouve alors que la voiture roulait à  $16,04 \text{ m/s}$  soit  $57,74 \text{ km/h}$ .

Grâce à ses compétences en physique, l'enquêteur a donc bel et bien réussi à déterminer que le conducteur roulait bien au-dessus de la limite de vitesse de  $30 \text{ km/h}$  dans cette zone. S'il y a une chose à retenir de la petite histoire de cet enquêteur, c'est qu'on retrouve la science absolument partout, pas seulement dans les laboratoires, et qu'avant tout, il faut faire attention aux limites de vitesse, car on ne sait jamais ce qui peut arriver.

#### Références bibliographiques

<sup>1</sup> Baas K, Grenon PL. La reconstitution d'accident [Internet]. Mars 2008 [cité 10 mars 2023]. Disponible à : [https://www.google.com/url?sa=t&rcit=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewit\\_rLojsD9AhVILFkFHXAUAUK4ChAWegQIFhAB&url=https%3A%2F%2Fmoodle.polymtl.ca%2Fpluginfile.php%2F140139%2Fmod\\_folder%2Fcontent%2F0%2F15-Reconstitution.pdf%3Fforcedownload%3D1&usq=AOvVaw2J7uRXC9gTXHvSnuicCoz7c](https://www.google.com/url?sa=t&rcit=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewit_rLojsD9AhVILFkFHXAUAUK4ChAWegQIFhAB&url=https%3A%2F%2Fmoodle.polymtl.ca%2Fpluginfile.php%2F140139%2Fmod_folder%2Fcontent%2F0%2F15-Reconstitution.pdf%3Fforcedownload%3D1&usq=AOvVaw2J7uRXC9gTXHvSnuicCoz7c)

# DU CUIVRE AU CANCER

ALEXANDRA BOUDREAU-CUERRIER ET JACQUES GUILLETTE

**La fonderie Horne, localisée à Rouyn-Noranda, est récemment devenue la cible des médias et de la population locale à cause des émissions d'arsenic cancérigènes que produit la compagnie.**

Imaginez que vous êtes un citoyen de la municipalité de Rouyn-Noranda. Vous apprenez que votre gouvernement permet à une entreprise située à quelques pas de votre maison d'émettre 24 fois plus d'arsenic que la norme québécoise. Étant conscient qu'une forte exposition à cet élément peut augmenter drastiquement vos chances de développer le cancer du poumon, vous remettez en question les intentions de vos représentants gouvernementaux et de ladite entreprise. Cependant, tout n'est pas tout noir ou tout blanc ; les activités de la compagnie qui menacent votre santé jouent aussi un rôle important dans la transformation du cuivre en anode de cuivre, composé omniprésent dans notre quotidien.



**Figure 3** Minerai de cuivre. Source : Zander, Jonathan. Wikimedia Commons [Internet]. 5 janvier 2008 [cité 1 avril 2023]. Disponible sur : [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Native\\_Copper\\_Macro\\_Digon3.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Native_Copper_Macro_Digon3.jpg)



**Figure 2** Câbles de démarrage en cuivre. Source : Chapa, Homero. Stockvault [Internet]. 20 mars 2011 [cité 1 avril 2023]. Disponible sur : <https://www.stockvault.net/photo/119796/jumper-cables>

Cet enjeu communautaire se combine à un enjeu économique, un côté de la médaille dont les médias nous informent moins. En effet, le cuivre est le troisième métal le plus exploité au monde, après l'aluminium et le fer. Ce qui fait la popularité du cuivre, c'est sa grande conductivité électrique. Il est utilisé dans beaucoup d'objets de notre quotidien, l'exemple le plus important restant les câbles électriques. Avec le développement des nouvelles technologies, la demande pour l'anode de cuivre sera croissante dans les prochaines années. D'où l'importance de réfléchir à tout ce qui entoure sa production avant sa mise en marché <sup>1</sup>.

## Là où tout débute

Le cuivre étant un métal se trouvant naturellement sur Terre, il n'y a nul besoin de le synthétiser. Tout comme l'or, le cuivre est très abondant dans les gisements de minéraux riches en soufre. Ces dépôts sont donc très recherchés dans les activités d'extraction de ces métaux. Cependant, ces gisements contiennent également de grandes quantités d'arsenic sous forme solide. La présence de ce métalloïde est souvent utilisée pour détecter ces filons, l'arsenic étant moins difficile à déceler que le cuivre lui-même. De plus, une concentration significative d'arsenic signifie généralement la présence de cuivre <sup>2</sup>.

Bien que l'arsenic soit très utile pour détecter les filons de métaux, leur extraction et leur exploitation entraîneront à coup sûr le relâchement du poison qu'ils contiennent dans l'environnement. Entre autres, si le minerai est exposé à l'air libre par l'activité humaine lors d'une journée pluvieuse, les intempéries vont dégrader l'arsenic contenu dans le

gisement. Cela s'explique par le fait que ce métalloïde est stable lorsque sec, mais s'oxyde en présence d'humidité <sup>3</sup>. La pluie causera dès lors une dissolution de l'arsenic qui pourra s'infiltrer dans la terre avec l'eau, contaminant le sol et, ultimement, les divers cours d'eau environnants à cause des ruissèlements. Ceux-ci deviendront alors comme une autoroute pour cette substance toxique en la transportant sur de plus grandes distances autour de la zone de contamination initiale, ce qui causera la pollution d'une plus vaste étendue.

Une autre grande source d'émission d'arsenic est le traitement qui transforme le minerai en anode de cuivre. Plus précisément, c'est lorsque le métal va être chauffé pour devenir liquide que l'arsenic va pouvoir s'en échapper. La température de fusion du cuivre étant de 1085°C et celle de l'ébullition de l'arsenic se trouvant à 613°C, l'évaporation de l'arsenic sous forme gazeuse commencera bien avant que le cuivre n'atteigne l'état voulu. Il est de ce fait impossible de produire la fusion du cuivre sans





**Figure 1** La fonderie Horne à Rouyn-Noranda. Source : Ruph, François. Wikimedia Commons [Internet]. 23 juin 2022 [cité 1 avril 2023]. Disponible sur : [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:220623-051-Fonderie\\_Horne.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:220623-051-Fonderie_Horne.jpg)

libération d'émanations toxiques. Il est à noter que le même problème est observé dans l'extraction et l'exploitation de l'or, qui se retrouve dans le même type de gisement que le cuivre et subit le même processus<sup>3</sup>.

### **L'arsenic, un poison à la fois bruyant et silencieux**

La transformation des minerais de cuivre riches en arsenic ne se fait pas sans risque pour la santé. L'arsenic sous sa forme solide ne représente pas un danger en soi pour ceux qui extraient les minerais de cuivre. Cependant, sous forme gazeuse ou de solution, l'arsenic peut devenir néfaste, car il peut contaminer l'eau, la nourriture et l'air ambiant. Ainsi, il pourra entrer plus facilement dans l'organisme d'un individu à son insu puisque l'arsenic est inodore et sans goût<sup>1</sup>.

L'arsenic est une substance toxique très puissante qui, ingérée à haute dose sur une courte période, peut causer un empoisonnement entraînant un coma et même, dans de tristes cas, la mort. Il est naturel de se dire que ce n'est pas une propriété unique à l'arsenic, car même consommer de l'eau en quantité abusive peut avoir des effets similaires. Or, la raison pour laquelle l'arsenic est si dangereux, c'est que sa dose létale (la quantité à partir de laquelle une substance provoque la mort) est de seulement 70 à 180 mg selon le métabolisme de l'individu. Pour citer Paracelse, médecin alchimiste suisse de la Renaissance, « tout est poison, rien n'est poison, c'est la dose qui fait le poison ». Or, cette

dose est extrêmement petite dans le cas de l'arsenic<sup>1</sup>.

La situation à Rouyn-Noranda est loin d'être aussi critique. Jamais un individu de cette ville ne consommera de si hautes doses d'arsenic d'un coup. Puisque la fonderie Horne n'a aucun lien avec l'industrie agroalimentaire et que l'eau du système d'aqueduc du Québec est bien traitée et encadrée, les Rouynorandien(-ne)s ne subiront pas d'empoisonnement à l'arsenic. En fait, le vrai danger à Rouyn-Noranda provient de l'arsenic qui se retrouve dans l'air sous forme gazeuse. La population locale inspire tous les jours un peu de cet agent cancérigène. Bien qu'à petite dose aucun effet ne se fasse sentir immédiatement, c'est une exposition à long terme à cette substance toxique qui sera dévastatrice. Une fois dans les poumons, elle va pouvoir participer à la propagation de cellules cancéreuses dans l'organe. Le cancer des poumons est donc la principale conséquence de ce type de contamination, mais ce n'est pas la seule. Comme le rôle du système respiratoire est d'acheminer l'oxygène ambiant dans la circulation sanguine, il arrive que l'arsenic se retrouve aussi dans le système cardiovasculaire. Il sera ensuite acheminé vers d'autres cellules, d'autres tissus et d'autres systèmes, pouvant mener à d'autres types de cancers<sup>1</sup>.

### **Quelles sont les solutions ?**

À l'heure actuelle, il est possible de mettre en place des systèmes de gestion des rejets toxiques pour limiter leur impact. Il existe déjà certaines

technologies qui empêchent la propagation de l'arsenic dans l'air et dans l'eau. Par exemple, certains épurateurs d'air peuvent éliminer jusqu'à 99,7 % de l'arsenic sous forme de poussière et de fumée que les fonderies produisent. Cependant, ces technologies ont bien sûr un coût et consomment de l'énergie, ce qui n'est pas à négliger. De plus, il existe aussi des méthodes pour retirer l'arsenic des cours d'eau contaminés par l'activité minière : faire réagir l'arsenic avec différents produits tels que le chlore, puis de le faire coaguler avec un sel, par exemple. Ce procédé va faciliter la séparation de l'arsenic et de l'eau. Malgré ces quelques pistes de solutions, le secteur minier représente 52 % des émissions mondiales d'arsenic, dont la plus grande partie provient de la fusion du cuivre<sup>2,3</sup>. C'est pourquoi une bonne gestion de ces rejets dangereux est nécessaire.

Il existe une autre façon de réduire les émissions d'arsenic : sa revente. Il est possible de récupérer les émanations d'arsenic et de les utiliser pour ses nombreux usages historiques. Cette solution semble gagnante pour la population et les fonderies, mais il y a un hic : cela n'enlève en rien la dangerosité de l'arsenic. Il était autrefois utilisé comme insecticide pour ses propriétés toxiques, mais lorsqu'on a constaté les dégâts que cela pouvait causer aux plantations et la contamination possible de l'eau et des sols, on a cessé cette pratique<sup>1</sup>.

Cher(-ère) citoyen(ne), c'est à vous maintenant de forger votre propre opinion !

#### **Références bibliographiques**

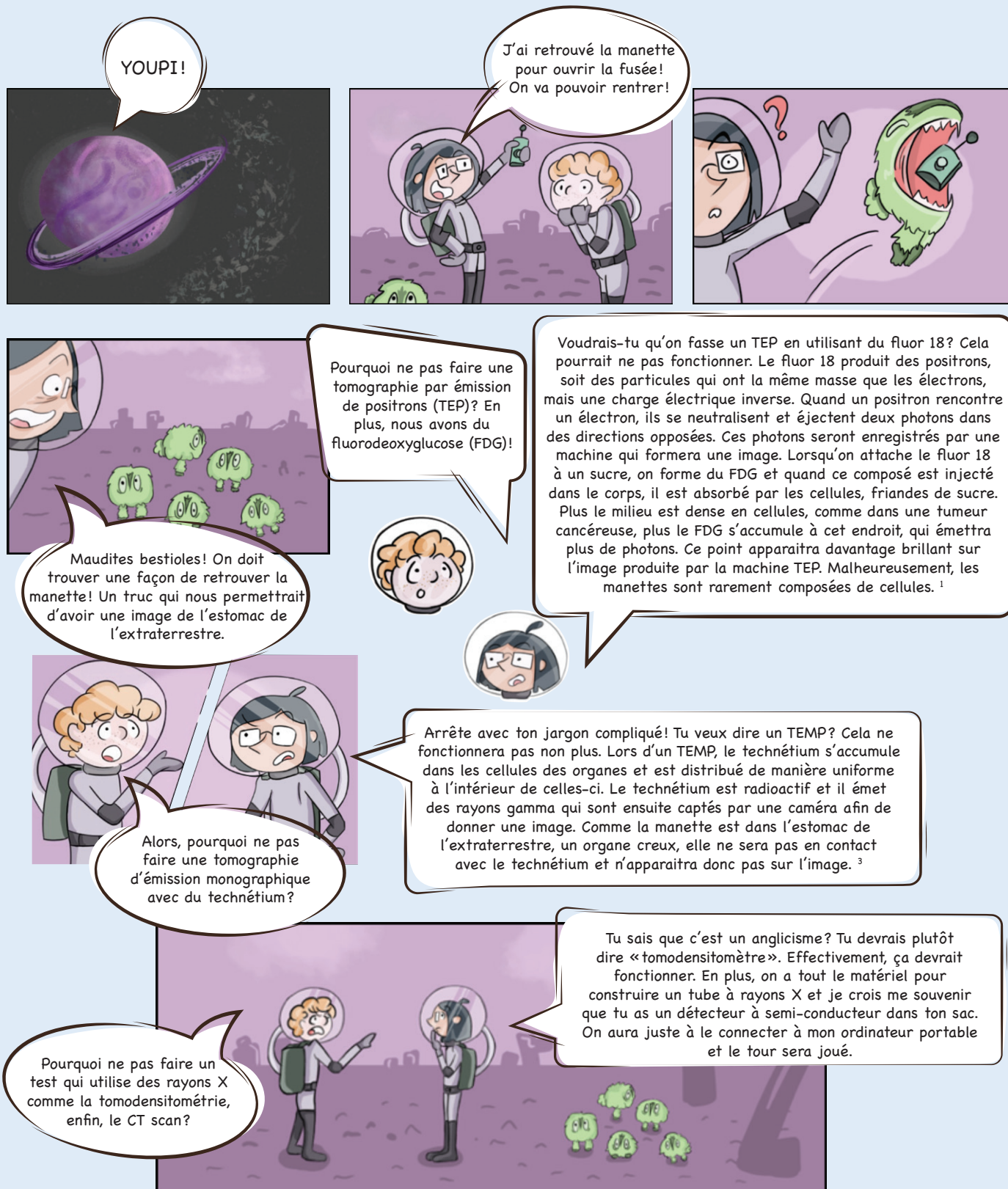
<sup>1</sup> Gautier V. Cuivre : les bons conducteurs se font rares. *Socialter*. 30 sept 2022;51(3):62-5.

<sup>2</sup> Society for Mining, Metallurgy & Exploration. The Role of Arsenic in the Mining Industry [Internet]. The Role of Arsenic in the Mining Industry. 2015 [cité 21 mars 2023]. Disponible sur : <https://me.smenet.org/docs/Publications/ME/Issue/TheRoleofArsenicintheMiningIndustry.pdf>

<sup>3</sup> Taschereau CA. Le problème de l'arsenic dans les résidus miniers. Le cas de la mine Chimo [Internet]. [Québec] : Université Laval ; 2000 [cité 18 mars 2023]. Disponible sur : [https://central.bac-lac.gc.ca/.item?id=MQ49123&op=pdf&app=Library&oclc\\_number=1006904769](https://central.bac-lac.gc.ca/.item?id=MQ49123&op=pdf&app=Library&oclc_number=1006904769)

# LA RADIATION LE SEUL MOYEN D'ÉCHAPPER AUX ALIENS!

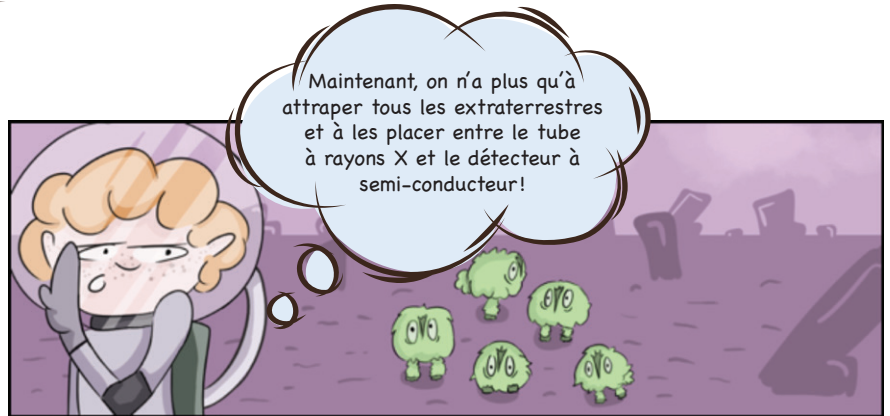
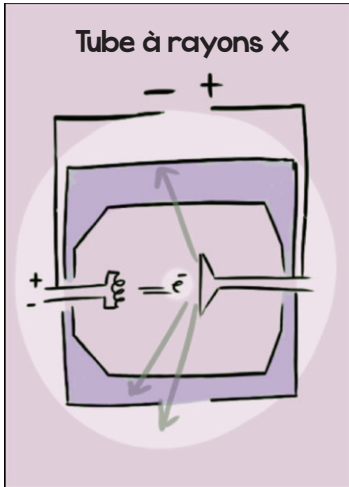
LACRAMIOARA MITITELU, CHRISTINA TSOYEM NGUEMETA, EMMÉVA VALLÉE







Alors, pour construire le tube à rayon X, on aura besoin d'une source à haute tension connectée à une cathode composée d'une plaque avec un filament de tungstène et d'une anode contenue dans une chambre en verre maintenue sous vide. La source à haute tension créera une différence de potentiel élevée entre l'anode et la cathode, ce qui augmentera la vitesse des électrons. Quand les électrons entreront en « contact » avec les atomes de l'anode, ils seront brusquement décélérés. Cette décélération sera convertie en photons et en chaleur. Ces photons de petite longueur d'onde, mais de grande énergie, qu'on appelle « rayons X », seront canalisés par une fente en un faisceau. La chaleur, quant à elle, sera répartie sur l'anode grâce à un système rotatif qui lui permet de tourner. Finalement, il ne faut pas oublier d'entourer le tube d'une gaine de plomb à cause de la nature ionisante des rayons X. Ceux-ci sont capables de passer à travers la matière, mais plus la matière est dense, plus les rayons X seront absorbés par la gaine. Comme le plomb est très dense, il est capable d'empêcher les rayons X de le traverser.<sup>1,2</sup>



Oui! Comme je le disais, les rayons X passent à travers la matière, mais ils sont tout de même absorbés par celle-ci en fonction de sa densité. Quand le rayon partira de la machine, il traversera l'extraterrestre et sera absorbé en différentes quantités avant de « frapper » le détecteur à semi-conducteur. Quand cela se produira, un courant électrique se formera à l'endroit de l'impact et il sera transmis sous forme de signal électronique vers mon ordinateur, qui formera une image. Plus un objet absorbe de rayons X, plus il apparaîtra blanc sur l'image. Notre manette est faite de matériaux denses, il ne sera pas difficile de la voir dans l'estomac du coupable.<sup>2</sup>

Ne penses-tu pas qu'on pourrait mettre la vie des extraterrestres en danger en faisant cela?

Zut! Je n'y avais pas pensé. Il est vrai que les rayons X peuvent affecter l'ADN, l'ARN et les protéines produites par le corps à partir de ceux-ci, ce qui augmente les risques de cancer. Si on administre une dose trop élevée aux extraterrestres, leurs cellules seront détruites. Les rayons X affecteront d'abord les cellules de la peau qui forment une barrière protectrice pour les autres tissus. Ensuite, les cellules des organes tels que les poumons, les reins et le cerveau seront atteints. Généralement, on détermine la dose et le débit adéquat de radiation en se basant sur la radiosensibilité des tissus d'un patient, la durée d'exposition, l'âge, la possibilité de troubles génétiques et la période de repos entre chaque exposition. Nous ne savons pas grand-chose de ces extraterrestres et ils ne semblent pas parler notre langue. Tant pis! Ça leur apprendra à manger notre manette!<sup>1,3</sup>

Franchement! Ce n'est qu'un CT scan. Si c'est assez sécuritaire pour les humains, ce devrait l'être aussi pour ces extraterrestres?

On dit « tomodensitomètre »! Il s'agit d'une machine en forme d'anneau au centre de laquelle on place un lit pour que le patient puisse s'allonger. Le tube à rayons X ainsi que le détecteur seraient insérés dans le portique circulaire à l'opposé l'un de l'autre. Ce dernier tournerait autour du patient pour prendre une image 3D. Or, nous allons simplement placer l'extraterrestre entre le rayon X et le détecteur. On devrait nommer cette méthode « imagerie par rayons X improvisée ». Le principe est le même de toute façon. Avant qu'on commence, n'oublie pas : quand on va activer la machine, il faudra mettre un tablier de plomb et s'éloigner de celle-ci pendant qu'elle forme l'image. Après tout, nous avons plusieurs extraterrestres à tester et nos expositions peuvent s'accumuler et nous affecter, même si nous ne sommes pas à la place du patient. Maintenant, attrape-moi un de ces petits « chenapans »!<sup>1,2</sup>  
Il est temps de partir d'ici!

#### Références bibliographiques

<sup>1</sup> U.S. national institute of health. Nuclear Medicine [Internet]. National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering. 2023[cité 8 avril 2023]. Disponible sur : <https://www.nibib.nih.gov/science-education/science-topics/nuclear-medicine>

<sup>2</sup> Guinier A. RAYONS X. Dans Encyclopædia Universalis. 2023 [cité 7 avril 2023]. Disponible sur : <https://universalis-valleyfield.proxy.collecto.ca/encyclopedie/rayons-x/>

<sup>3</sup> Bushberg JT. Exposition aux rayonnements et contamination radioactive – Blessures ; empoisonnement [Internet]. Édition professionnelle du Manuel MSD. 2023 [cité 7 avril 2023]. Disponible sur : <https://www.merckmanuals.com/fr-ca/professional/blessures-empoisonnement/exposition-aux-rayonnements-et-contamination-radioactive/exposition-aux-rayonnements-et-contamination-radioactive>



# LES INSECTES S'ENVOLENT, LES TOXINES RESTENT

LUDOVIC BROUILLET ET ANNABELLE DUPUY

**Nous avons le réflexe de voir les pesticides d'un œil noir en raison de leur nature chimique et de leur fonction. Voyons maintenant les réelles conséquences des pesticides sur notre santé.**

Les beaux produits uniformes que nous consommons ont sûrement été enduits de pesticides toxiques ; ce n'est plus vraiment un secret. Quelques restrictions sur les produits dangereux, un bon lavage à l'eau des fruits et légumes et le tour est joué, n'est-ce pas ?

Les pesticides sont beaucoup plus insidieux. On les retrouve dans les produits transformés, souvent importés de pays aux restrictions beaucoup moins sévères et on les ingère sans même soupçonner leur présence. Ils se cachent aussi dans la viande que nous mangeons. Par exemple, on a peut-être oublié de rincer le fourrage du bétail ! Des céréales au thé, en passant par le steak, nous sommes tous les jours exposés à des dizaines de produits destinés au contrôle des organismes nuisibles. Si la dose que contient un aliment donné respecte peut-être les normes, il est difficile de comparer à un seuil préétabli le cocktail de produits chimiques en doses variées que nous ingérons quotidiennement.

Ces pesticides ont-ils un effet sur notre santé ? Tout porte à croire que c'est le cas. La plupart de ces produits contrôlent les organismes nuisibles en agissant comme neurotoxine.

Autrement dit, ces substances agissent sur le système nerveux ; elles interfèrent dans la transmission adéquate des signaux entre le cerveau et le corps.

À moins d'intoxication majeure, l'exposition de l'humain à ces produits ne lui est pas fatale, contrairement aux organismes ravageurs. Néanmoins, ces substances interagissent avec notre système nerveux et, sans surprise, elles ont un effet indésirable.

Chez les agriculteur(-trice)s, la corrélation entre l'exposition aux pesticides et la fréquence des maux de tête n'est plus à prouver. C'est toutefois une constatation qui se fait quand il s'agit de doses importantes, soit bien au-delà des seuils admis par les agences de réglementation de

lutte antiparasitaire. Les consommateur(-trice)s, qui ne manipulent pas les pesticides bruts, mais qui sont exposés aux traces de ceux-ci sur leurs aliments, ne sont normalement pas en présence de grandes quantités.<sup>1</sup>

L'enjeu, ici, n'est donc pas l'intoxication à de grandes doses, mais plutôt l'exposition chronique à de petites.

Des symptômes peuvent être attribués aux pesticides ingérés, même à petite dose. En effet, l'exposition à des substances neurotoxiques est un facteur de stress important pour le système nerveux central, y compris le cerveau. Par exemple, les organophosphorés, un type d'insecticide, s'infiltrent dans les cellules et bloquent la production de l'enzyme acétylcholinestérase. Cette enzyme sert à décomposer l'acétylcholine, un composé chimique qui transmet les messages dans le corps.<sup>1</sup>

Si l'acétylcholine n'est pas dégradée, elle s'accumule près des neurones et stimule nos récepteurs de façon beaucoup trop importante ; cela cause plusieurs effets désagréables. À petite dose, de douloureux maux de tête résultent de cette accumulation.<sup>1</sup>

Ce n'est pas tout, les pesticides interagissent avec l'équilibre de substances essentielles au bon fonctionnement de notre organisme, soit les hormones.

L'EBDC, un pesticide très courant, interrompt la production de certaines hormones lorsqu'il est dégradé dans le corps. Ces dernières sont cruciales dans l'équilibre des réactions et des substances dans le corps. Les concentrations d'estrogène, de dopamine et de sérotonine peuvent être déséquilibrées. Ces hormones jouent un rôle important dans la régulation de l'humeur ; c'est notre état d'esprit qui peut directement en souffrir.<sup>1</sup>

D'ailleurs, des études prouvent que l'exposition aux pesticides est liée à

plusieurs troubles de santé mentale. Ces troubles, en croissance dans la population, résultent d'une combinaison complexe de facteurs, mais se caractérisent généralement par un bouleversement de l'équilibre chimique du cerveau. Ils sont anormalement fréquents chez les travailleur(-euse)s agricoles, exposé(e)s à de fortes doses de substances neurotoxiques.<sup>1</sup>

Des symptômes anxieux ou dépressifs se manifestent également plus souvent chez les personnes exposées indirectement aux pesticides, par exemple les conjoint(e)s d'agriculteur(-trice)s.<sup>1</sup>

Cette corrélation est plus difficile à prouver dans la population en général. Néanmoins, tout porte à croire que l'exposition à toute dose de pesticides mène à un risque accru de maladies d'ordre psychiatrique.

Ces maladies ne sont malheureusement pas les seules. Cancers, tumeurs, maladie de Parkinson, maladie d'Alzheimer et troubles de la fertilité sont toutes des pathologies liées à l'exposition aux pesticides.<sup>1</sup>

La lutte contre les insectes ravageurs, dans le monde, est largement dominée



**Figure 2** Les pesticides peuvent bouleverser l'équilibre du cerveau. Source : Moryak N. Pexels [Internet]. 2021 [Cité 27 mars 2023]. Disponible sur : <https://www.pexels.com/fr-fr/photo/cerveau-arriere-arriere-plan-blanc-fond-gris-tir-vertical-9162028/>

par les pesticides. Ils sont efficaces et coûtent moins cher que d'autres solutions. Des restrictions sont en place au Canada, mais une proportion importante des contrôles de routine révèle la présence de pesticides interdits ou en quantité trop élevée.

De plus, certains pesticides demeurent dans l'environnement très longtemps après leur interdiction. Ils s'accumulent entre autres dans les graisses animales et peuvent persister pendant plusieurs générations.

C'est pourquoi il est crucial de penser à des solutions de rechange le plus tôt possible.

Une des solutions les plus actuelles est le contrôle biologique, soit le contrôle des organismes nuisibles par d'autres organismes vivants. L'introduction d'insectes ou de bactéries qui s'attaquent aux parasites permet de préserver les cultures sans y laisser des traces de substances chimiques indésirables.

Au Québec, c'est une méthode très prometteuse, particulièrement dans la culture du maïs. Le maïs québécois est ravagé principalement par la pyrale du maïs, un papillon dont on retrouve les larves dans nos épis.<sup>2</sup>

Les pesticides chimiques sont utilisés depuis longtemps pour lutter contre la pyrale. C'est une méthode efficace, mais qui, à long terme, induit la résistance des insectes à ces substances.

Ainsi, le métabolisme des papillons et larves est modifié pour favoriser la dégradation des pesticides : leur système est capable de modifier la molécule toxique pour l'éliminer plus facilement. Par exemple, le papillon peut attacher de ses sucres aux substances toxiques, ce qui favorise leur solubilité dans l'eau : elles seront excrétées très facilement par l'organisme de la pyrale.<sup>2</sup>

La culture du maïs a donc fait appel au contrôle biologique. Les trichogrammes, petits insectes déjà présents au Québec, se nourrissent des œufs des pyrales. En augmentant la densité des populations de trichogrammes dans les champs, on

contrôle efficacement les insectes ravageurs. En bonus, les trichogrammes ne sont nocifs ni pour l'humain, ni pour les animaux, ni pour les plantes. Ils ne se nourrissent que de parasites.<sup>2</sup>

Si cette méthode de lutte biologique semble avoir tout pour plaire, elle est malheureusement très coûteuse. Selon une expérience menée par le MAPAQ, pour un rendement similaire à celui des pesticides, son utilisation est au moins deux fois plus chère.<sup>2</sup>

De plus, l'entretien des trichogrammes demande davantage de temps et d'efforts que l'épandage de pesticides.



**Figure 3** Un épi de maïs ravagé par des insectes. Source : Spiske M. Pexels [Internet]. 2018 [Cité 27 mars 2023]. Disponible sur : <https://www.pexels.com/fr-fr/photo/nourriture-main-jaune-mais-1737079/>

Soyons réalistes, les consommateurs(-trice)s demandent de payer leurs aliments au meilleur prix. Les agriculteur(-trice)s sont ainsi prompt(e)s à diminuer leurs coûts de production. Pour que de telles méthodes prennent de l'ampleur, il faudrait que la population soit prête à déboursier davantage pour les produits issus de productions sans pesticides.

Cela est encore plus difficile dans les pays en développement, où l'utilisation



**Figure 1** Des pesticides appliqués sur un arbre. Source : Fring G. Pexels [Internet]. 2020 [Cité 27 mars 2023]. Disponible sur : <https://www.pexels.com/fr-fr/photo/femme-jardin-arbres-chapeau-4894608/>

des pesticides est généralement massive, car la demande pour les produits biologiques est moindre.

En somme, sachant que les pesticides comportent des risques pour notre santé et qu'il existe des solutions de remplacement efficaces, ne faudrait-il pas simplement proscrire l'usage des pesticides chimiques ? Non, car cela entraînerait des conséquences désastreuses sur l'approvisionnement mondial en ressources alimentaires. En effet, les pesticides ne sont pas utilisés par simple désir de contaminer les produits agricoles, ils jouent un rôle capital dans la préservation des récoltes. La population mondiale ne cesse de croître, contrairement au nombre de terres cultivables disponibles. Sans les pesticides, la proportion de produits alimentaires perdus serait telle que les famines seraient décuplées. Abandonner complètement les pesticides ne peut pas être une option tant que des options accessibles à tous ne sont pas déployées à grande échelle, même si cela engendre une hausse des coûts de nos aliments.<sup>3</sup>

#### Références bibliographiques

<sup>1</sup> INSERM C expertise collective. Pesticides : Effets sur la santé [Internet]. 2013 [cité 22 févr. 2023]. Disponible sur : <https://www.ipubli.inserm.fr/handle/10608/4819>

<sup>2</sup> Gauthier P. Mise au point d'une technique de pulvérisation des pupes de trichogramme pour la lutte biologique contre la pyrale dans la culture du maïs sucré. [Internet] Université Laval. 2016 [cité 27 mars 2023]. Disponible sur : <https://corpus.ulaval.ca/server/api/core/bitstreams/5e6a61e5-5c75-4bec-84b3-507e9f9b0a/content>

<sup>3</sup> Organisation mondiale de la Santé. Résidus de pesticides dans les aliments [Internet]. Organisation mondiale de la Santé. 2022 [cité 27 mars 2023]. Disponible sur : <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>



# TITUBER EN MANGEANT DE LA POUTINE

ALEX CÔTÉ LAJOIE, MANTY KEITA, MARC-OLIVIER GOSSELIN JOBIN

**Depuis quelque temps, après une bonne poutine, vous avez mal à la tête, vous êtes confus et avez l'impression d'être ivre. Ne cherchez pas plus loin, des microorganismes se cachant dans votre intestin sont à blâmer !**

Saviez-vous que plus de la moitié des cellules qui se trouvent sur et dans votre corps ne vous appartiennent pas ? En effet, des milliards de microorganismes tels que des bactéries ou des levures vivent dans votre corps et vous influencent à votre insu. Ce microbiome, soit l'ensemble des microorganismes de votre corps, intervient dans la digestion, la régulation du système immunitaire et la production de nutriments essentiels. Cependant, les microorganismes sont des colocataires et, quand ils se comptent par milliards, des problèmes peuvent se produire.

## La flore intestinale

La partie la plus connue du microbiome est la flore intestinale, car celle-ci est en cause dans un grand nombre de maladies humaines. La flore intestinale est le microbiome que l'on retrouve dans l'intestin, qui comprend l'intestin grêle, le gros intestin et le rectum. Plusieurs facteurs peuvent influencer la flore intestinale. Parmi ces facteurs, on note le pH, la disponibilité de l'oxygène et la disponibilité des nutriments.



**Figure 1** Monde mystérieux de la flore intestinale. Source : Image générée par Bing Image Creator DALL-E [Internet], 2023. Disponible sur : <https://www.bing.com/images/create/the-intestinal-flora/64223a7927874192b6b99ecbfe4dcd08?id=F-plNmsXzeh8lRDbK1NuYkA%3d%3d&view=detailv2&idpp=genimg&idpclose=1&FORM=SYDBICes>

À titre d'exemple, nous pouvons expliquer pourquoi les fruits et les légumes sont importants pour notre santé. Les fibres alimentaires qu'ils contiennent jouent un rôle important pour maintenir l'équilibre entre les bonnes bactéries qui composent notre microbiome et les bactéries pathogènes. Les fibres alimentaires sont favorables aux bonnes bactéries qui tiennent alors les bactéries pathogènes sous contrôle. Lorsque le régime alimentaire est pauvre en fibres alimentaires, les bonnes bactéries peinent à contrôler la croissance des bactéries pathogènes. Des complications peuvent alors survenir, soit des dommages aux parois intestinales, de l'inflammation ou des infections.

Une étude sur des souris a également démontré l'utilité du microbiome sur l'efficacité du système immunitaire. Pour cette étude, des chercheur(-euses) ont créé des souris dépourvues de microbiome intestinal. Ils ont remarqué que les souris sans microbiome sont plus faibles et plus maigres que les souris normales. De plus, elles semblaient plus prédisposées aux infections et vivaient moins longtemps. Comment expliquer ces observations ? Lorsqu'on a étudié ces souris de plus près, on a constaté un faible développement du système immunitaire, ce qui indique que le microbiome fournit des signaux pour « éduquer » le système immunitaire. Sans le bon conditionnement de celui-ci, la souris est plus vulnérable aux microorganismes pathogènes. Cela signifie que, dès la naissance, la flore intestinale joue un rôle primordial dans le développement du système immunitaire.

D'un autre côté, on commence à réaliser que plusieurs maladies, dont on ignorait la cause, peuvent être liées aux microorganismes qui vivent en nous. Le problème vient de la difficulté à identifier

précisément les coupables. Ces milliards de petits individus ont tous leurs particularités quant à leur métabolisme et quant aux déchets organiques que leur digestion libère dans l'intestin.

Pour étudier la flore intestinale, la méthode la plus couramment utilisée est le séquençage d'ADN à partir des selles d'un(e) patient(e). Ces séquences d'ADN nous permettent d'en apprendre plus sur la présence et le fonctionnement des divers microorganismes qui colonisent notre intestin. Il faut cependant noter que cette méthode fournit une vue générale de la composition de notre flore intestinale, mais n'est pas très spécifique sur l'endroit exact (intestin grêle, côlon ou rectum) où vit la bactérie ou la levure en question. Des méthodes plus invasives existent, comme la biopsie (prélèvement d'un fragment de tissu directement sur l'individu), mais cela est un inconvénient en soi. Il existe donc plusieurs barrières qui compliquent la tâche d'approfondir nos connaissances sur le microbiome et de découvrir ce monde mystérieux dans notre intestin. Cependant, il est important de persévérer, car, comme mentionné plus haut, plusieurs facteurs peuvent influencer la flore intestinale et abattre les défenses en place. Une maladie, un changement de régime alimentaire, le stress ou la prise de médicaments peuvent être la cause d'un déséquilibre de la flore intestinale. Cela laisse la chance aux microorganismes pathogènes de s'y multiplier.<sup>1</sup>

## Une microbrasserie dans l'intestin

La détérioration du microbiome intestinal peut se révéler très grave pour l'organisme. En effet, un simple changement dans la flore intestinale peut causer le syndrome de fermentation intestinale, plus communément connu sous le nom de « syndrome d'auto-brasserie » (SAB). Il s'agit d'une

maladie rare où les levures qui se trouvent dans le microbiome du malade créent de l'alcool (éthanol) à partir des nutriments présents dans l'intestin.

Des levures ? Comme celles qu'on utilise dans les pains et dans les gâteaux ? Oui ! En fait, les levures sont un type de champignon qu'on utilise pour produire des pâtisseries, mais aussi pour produire des boissons alcoolisées, car le métabolisme des levures transforme les glucides (sucres) en alcool. Cette transformation n'est pas problématique chez une personne qui n'est pas atteinte du syndrome d'autobrasserie, car l'alcool est produit en petite quantité seulement. En revanche, dans le corps d'une personne atteinte du SAB, la production d'alcool est importante et devient néfaste pour le système digestif. De plus, une personne ayant un régime alimentaire très riche en sucre est plus susceptible d'avoir un nombre élevé de levures dans son intestin, ce qui favoriserait l'apparition du syndrome d'autobrasserie. Soyons donc alertes aux aliments contenant beaucoup de glucides comme la poutine !

Le syndrome de fermentation intestinale, ou SAB, peut se manifester autant chez les femmes que chez les hommes. Cependant, des chercheur(-euse)s ont observé que les personnes ayant déjà des pathologies existantes sont plus à risque de développer le syndrome d'autobrasserie. Par exemple, des patient(e)s souffrant de maladies où le foie ne fonctionne pas normalement présenteraient plus de risques d'être atteint(e)s du syndrome d'autobrasserie. Leur foie, dont le rôle est habituellement d'éliminer l'alcool se trouvant dans le sang, ne le ferait pas de manière aussi efficace que le foie d'une personne en bonne santé.

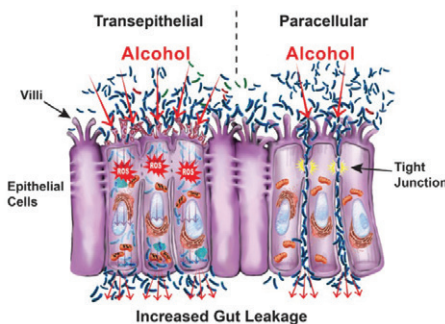
Ainsi, puisque le métabolisme de la personne atteinte du SAB produit plus d'alcool que la normale et que cet alcool se retrouve rapidement dans son sang, l'individu présentera plusieurs symptômes similaires à ceux d'une personne ayant consommé volontairement de l'alcool. Il se pourrait même

qu'elle présente plus de symptômes qu'une personne ivre <sup>2</sup>.

### Des symptômes loin d'être négligeables

Les symptômes engendrés par le syndrome d'autobrasserie sont nombreux. Plusieurs symptômes découlent de l'inflammation de l'intestin et il serait important de voir comment l'inflammation se déclenche en raison de la présence d'éthanol dans l'intestin du malade <sup>3</sup>.

Tout d'abord, l'alcool peut endommager les cellules de la paroi intestinale. Celle-ci a pour but de permettre l'entrée de l'eau et des nutriments uniquement. Or, une paroi endommagée est moins apte à bloquer les bactéries de la flore intestinale. Le corps détecte alors l'afflux d'agents pathogènes dans le sang et l'inflammation se déclenche. Or, dans l'intestin, cette inflammation peut promouvoir le développement d'un cancer ainsi que d'autres maladies. L'augmentation de cellules cancéreuses dans l'intestin réduit les molécules responsables du traitement de l'alcool, amplifiant l'inflammation responsable de l'origine du cancer, déroulant ce fil d'évènements catastrophiques <sup>3</sup>.



**Figure 3** L'effet de l'alcool sur la barrière intestinale. Source : Bisheshari F, Magno E, Swanson G, Desai V, Voigt RM, Forsyth CB, et al., Alcohol Res [Internet]. 2017 [Cité le 20 avril 2023]. Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5513683/figure/f1-arcr-38-2-163/>



**Figure 2** Fermentation alcoolique. Source : Image générée par Bing Image Creator DALL-E [Internet], 2023. Disponible sur : <https://www.bing.com/images/create/image2c-lactic-fermentation2c-microbio-te2c-drunkeness/644186526d454c3e86a2270f-2e31f45d?id=SRw%2bBM11WIdbLvBxS-R7VYA%3d%3d&view=detailv2&idpp=genimg&FORM=G-CRIDP&ajaxhist=0&ajaxserp=0>

Il n'est pas difficile de s'imaginer qu'une personne souffrant d'un syndrome aussi rare que celui d'autobrasserie puisse développer des symptômes importants. Ces conséquences néfastes, provenant de microorganismes qui normalement aident au bon fonctionnement du système digestif, sont terrifiantes dans la vie de tous les jours des personnes atteintes.

Pour conclure, le microbiome joue un rôle important dans l'équilibre de notre corps. Il peut être bénéfique autant que problématique, entraînant de nombreux problèmes dans l'organisme lorsqu'il se dérègle. Le syndrome d'autobrasserie ne reste qu'un exemple des conséquences que ces petits colocataires coquins peuvent avoir sur notre corps. Ce syndrome entraîne des enjeux importants, notamment la conduite en état d'ébriété. Il reste donc plusieurs facettes à découvrir de cette population travaillant jour et nuit dans votre intestin. De vrais « workaholics » !

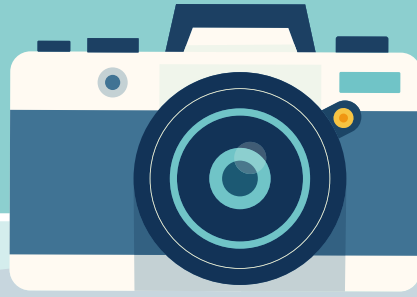
#### Références bibliographiques

<sup>1</sup> Chang CJ, KoYF, LAI HC, Martel J, Ojcius D, Young JD. MICROBIOME ET SANTÉ. Dans Encyclopædia Universalis ; 2023 [cité 22 mars 2023]. Disponible à : <https://universalis-valleyfield.proxy.collecto.ca/encyclopedie/microbiome-et-sante/>

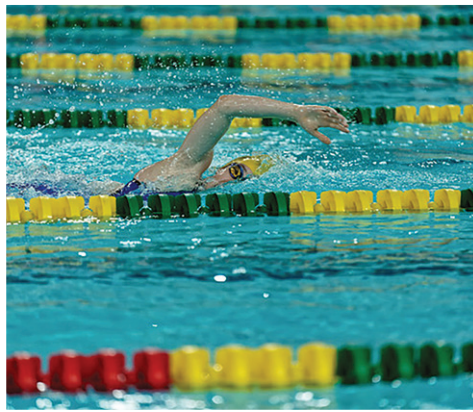
<sup>2</sup> Painter K, Cordell BJ, Sticco KL. Auto-brewery Syndrome. Dans : StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [cité 4 avr 2023]. Disponible à : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513346/>

<sup>3</sup> Bisheshari F, Magno E, Swanson G, Desai V, Voigt RM, Forsyth CB, et al. Alcohol and Gut-Derived Inflammation. Alcohol Res [Internet]. 2017 ; 38 (2):163-71. Disponible à : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5513683/>





## CONCOURS DE PHOTOS SCIENTIFIQUES



Pour se propulser dans l'eau avec les bras, les mains doivent couvrir le plus de surface sans toutefois laisser passer l'eau entre les doigts. Il faut viser un juste milieu entre les doigts collés et les doigts écartés.

Photo prise le 5 novembre 2023 à l'Université de Sherbrooke, Québec.

**Eloïse Charlebois**



Vue du haut d'un arc-en-ciel, ce phénomène optique résulte de la réflexion et de la réfraction des rayons lumineux à travers des gouttes d'eau.

Photo prise le 4 août 2022 à Banff, Alberta.

**Océane Dagenais-Lebeuf**



Cette photo macroscopique nous montre les détails de la structure d'une aile de libellule. Cette aile, remplie de formes géométriques complexes, ressemble à un vitrail et nous rappelle à quel point la nature est douée pour créer des agencements fascinants, autant dans le très grand que dans le tout petit.

Photo prise en avril 2023 à Mercier, Québec.

**Nathaniel de Chalendar**



Avez-vous déjà été émerveillé(e) par les images grandioses des grottes remplies de **stalagmites** et de **stalactites** ? Savez-vous comment celles-ci se sont formées ? Bien que moins majestueuse que ces phénomènes souterrains, notre expérience va vous permettre de comprendre la formation de cristaux d'halite (sels et minéraux).

## Essayez notre expérience...

### Matériaux

1. Eau
2. Une petite casserole
3. Cuisinière
4. Sel de table (NaCl)
5. Ficelle de laine
6. Colorant alimentaire (facultatif)
7. Baguette de bois (brochette)



### Protocole

1. Prenez une petite casserole et remplissez-la d'eau.
2. Déposez votre casserole sur la cuisinière et réglez le rhéostat à haute intensité.
3. Ajoutez du colorant alimentaire (pour un clin d'œil à *Breaking Bad* 😊, ajoutez du bleu).
4. Saturiez l'eau de sel (NaCl). Pour y arriver, ajoutez du sel dans l'eau en le remuant jusqu'à ce que le sel n'arrive plus à se dissoudre.
5. Une fois l'eau saturée, augmentez la température au point d'ébullition puis poursuivez l'ajout de sel. Vous constaterez alors que le sel qui ne s'était pas dissout précédemment va se dissoudre. En effet, quand la température d'un solvant comme l'eau augmente, la solubilité du soluté augmente aussi.
6. Rassurez-vous, le plus difficile est terminé ! Maintenant, accrochez une ficelle de laine au centre de la baguette de bois.
7. Placez la baguette au-dessus de la casserole de façon que l'extrémité de la ficelle en laine pende et entre en contact avec l'eau. La ficelle servira de base aux cristaux.
8. Arrêtez la cuisinière et déplacez votre montage pour le laisser refroidir tranquillement et évaporer pendant quelques jours.

**Après quelques jours, vous devriez voir des cristaux !**

### Explications

Les solutions minérales ont tendance à former des cristaux lors de l'évaporation. Dans les grottes souterraines, le ruissellement de l'eau qui tombe du plafond forme graduellement des stalactites et des stalagmites. D'autres minéraux que le sel de table peuvent être utilisés pour cette expérience, tels que le sulfate de magnésium (sel d'Epsom), le tétraborate de sodium (borax) et l'alun (sulfate d'aluminium et de potassium). Des paysages uniques caractérisent chacune des grottes du monde entier, car on peut observer des différences structurales entre les stalactites et les stalagmites selon les minéraux qui les composent.



### Attention !

L'utilisation de la cuisinière ainsi que la manipulation de liquides bouillants comportent des risques de brûlure. Si vous utilisez les autres composés chimiques, il faut bien lire le mode d'emploi ainsi que les risques inhérents à leur manipulation.

### Bibliographie

Miningmatters. Cultivez vos propres cristaux [En ligne]. 2023 [cité 2 avr. 2023].

Disponible à : [https://miningmatters.ca/docs/default-source/mining-matters---resources/activities-and-lesson-plans/cultivez-vos-propres-cristaux.pdf?sfvrsn=5b07bf98\\_5](https://miningmatters.ca/docs/default-source/mining-matters---resources/activities-and-lesson-plans/cultivez-vos-propres-cristaux.pdf?sfvrsn=5b07bf98_5)





# SCIENCES DE LA NATURE

AU CÉGEP DE VALLEYFIELD

Ton PASSEPORT  
pour l'université!

2 profils disponibles

**SCIENCES DE LA SANTÉ  
SCIENCES PURES  
& APPLIQUÉES**

Double DEC

**SCIENCES DE LA NATURE  
& ARTS VISUELS**

**AU CÉGEP DE VALLEYFIELD, LE PROGRAMME SCIENCES DE LA NATURE T'OFFRE**

Des projets uniques comme la Revue scientifique des finissant(e)s, *Ça, c'est de la science!*

Une première rédaction scientifique distribuée à raison de 3 000 exemplaires dans plusieurs écoles et commerces de la Montérégie et du grand Montréal

**DES ACTIVITÉS PÉDAGOGIQUES CONCRÈTES COMME**

L'utilisation d'un observatoire d'astronomie sur le toit du Cégep

Une excursion géologique sur le terrain

Des laboratoires à la fine pointe de la technologie

Plusieurs mesures d'aide pour faciliter ton intégration à la 1<sup>re</sup> session

*Implantation du  
nouveau programme  
Sciences de la  
nature dès  
l'automne 2024!*

**PERSPECTIVES UNIVERSITAIRES**

ACTUARIAT | ARCHITECTURE | BIOCHIMIE | CHIROPATRIQUE | ÉCOLOGIE | ENSEIGNEMENT |  
ERGOTHÉRAPIE | GÉNIE | INFORMATIQUE | MATHÉMATIQUES | MÉDECINE | MÉDECINE VÉTÉRINAIRE |  
NUTRITION | OPTOMÉTRIE | PHYSIOTHÉRAPIE | SCIENCES BIOLOGIQUES | SCIENCES DE LA TERRE |  
SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT | SCIENCES PHYSIQUES | SCIENCES DE L'ATMOSPHÈRE

**Envie de visiter nos installations  
et de rencontrer nos équipes?**

Découvre nos différentes activités d'exploration  
[www.cegepvalleyfield.ca](http://www.cegepvalleyfield.ca)



**CÉGEP DE  
VALLEYFIELD**

| Milieu d'inspiration |