

Ça, c'est de la **SCIENCE!**

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

Numéro 12 - printemps 2022

CHERS LECTEURS, CHÈRES LECTRICES,



C'est avec une grande fierté que cette 12e édition de notre revue scientifique *Ça, c'est de la science!* vous est présentée.

Toujours aussi appréciée, cette revue a pour but de démystifier de façon claire certains événements du quotidien, phénomènes naturels et énigmes scientifiques. Fidèle à ses objectifs, elle présente divers articles qui décrivent et expliquent certains phénomènes scientifiques en les vulgarisant, en captant l'attention du lecteur, et ce, tout en faisant subtilement la promotion de la science, cette science omniprésente dans nos vies. Je suis convaincue que, tout comme moi, vous saurez apprécier cette production étudiante de haute qualité.

Je tiens à offrir mes sincères félicitations aux étudiant(e)s-rédacteur(-trice)s pour la qualité des contenus. La publication de ces articles représente l'aboutissement d'un parcours marqué par la pandémie. Je tiens à souligner la persévérance dont tous ont fait preuve.

Je tiens aussi à remercier les collaborateur(-trice)s pour la qualité du français et la conception graphique. Un remerciement également aux enseignant(e)s qui ont contribué à la conception de cette édition et qui offrent à nos étudiant(e)s une occasion de transmettre leurs connaissances et découvertes par le biais de cet exercice de rédaction.

Bonne lecture !

FRANCINE BÉLAÏR, DIRECTRICE DES ÉTUDES



Et voilà, nous sommes arrivés au bout de notre parcours collégial, et c'est avec fierté que nous vous présentons *Ça, c'est de la science!*, la revue scientifique édition 2022. Dans cette revue, vous pourrez consulter 12 articles scientifiques portant sur des sujets d'actualité ou porteurs d'avenir tous plus pertinents les uns que les autres. Chaque article a été soigneusement préparé et rédigé par des équipes de finissant(e)s du programme Sciences de la nature du Cégep de Valleyfield passionnés par leur sujet. Après plus de deux ans à étudier les nombreux domaines de la science tels que la chimie, les mathématiques, la physique et la biologie, nous vous offrons cette revue pour vous ouvrir les portes de notre champ d'études et, du même coup, par nos articles, vous donner envie d'en savoir plus.

Nous tenons, tout d'abord, à remercier la superbe équipe d'enseignant(e)s du programme Sciences de la nature pour leur dévouement, leur disponibilité, leur ouverture, leur écoute, leurs conseils, et surtout pour l'importance qu'ils accordent à chacun d'entre nous. Merci d'avoir été nos modèles, nos repères et notre source de motivation depuis le commencement. Un merci tout particulier aux professeur(e)s impliqués dans la revue scientifique, soit Marie-Andrée Godbout, Julie Quenneville, Marie-Ève Provost-Larose, Éric Demers et Martin Nantel-Valiquette, sans oublier Audrey Dicaire pour son travail de graphisme exceptionnel, Hélène Lévesque et Raphaëlle Thomas pour leur contribution à la page célébrant le 125^e anniversaire du Cégep ainsi que Guillaume Robidoux pour sa révision linguistique. Tous les étudiant(e)s souhaitent remercier, encore une fois, Marie-Andrée Godbout, coordonnatrice du programme Sciences de la nature pour son dévouement hors pair et son travail acharné.

Finalement, nous sommes reconnaissants envers la direction des études et la direction des affaires étudiantes du Cégep de Valleyfield, la Fondation du Cégep de Valleyfield, le Syndicat des enseignant(e)s du Collège de Valleyfield, l'Association générale des étudiant(e)s du Cégep de Valleyfield (AGÉCoV) ainsi que l'Imprimerie Multiplus.

Enfin, nous espérons que ce projet sera une voie nous permettant de vous partager notre intérêt pour les sciences et qu'à votre tour, vous aussi serez curieux d'étudier dans ce domaine passionnant. Bonne lecture !

VIRGINIE GINGRAS, ANABEL DAIGNAULT, KAROLANNE VINCENT, CLAUDELLE LAUZON, ANNABELLE NOLIN, ISAAC FELX ET LILI-ANNE PIÉ

TABLE DES MATIÈRES

Science et nature, une combinaison gagnante.....	4
Psychostimulants calmants ?	6
Comment vraiment savoir si « Ça va bien aller » ?.....	8
Saumons en eaux troubles	10
Guérir le cancer sans effet secondaire	12
Vers l'infini et plus loin encore !.....	14
Le pH et les arbres : un mélange acide ou basique ?	18
Les insectes tombent dans le panneau.....	20
Sphériquement pas plate.....	22
Les médicaments, une nouvelle variété de poison ?	24
Poissons radioactifs au menu ?	26
Quand les bactéries répliquent : une histoire d'antibiorésistance ..	28
Concours photos	30

COMITÉ DE RÉDACTION :

Étudiant(e)s :	Anabel Daignault Isaac Felix Virginie Gingras Claudelle Lauzon Annabelle Nolin Lili-Anne Pié Karolanne Vincent
Professeur(e)s :	Éric Demers Marie-Andrée Godbout Hélène Lévesque Julie Quenneville Martin Nantel-Valiquette Marie-Ève Provost-Larose

Infographie, mise en page : Audrey Dicaire

Révision linguistique : Guillaume Robidoux

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

Qui détient la connaissance qui nous permettrait de repousser les limites de nos technologies ? La nature. Nous pouvons nous en inspirer grâce au biomimétisme : « Démarche d'innovation durable qui consiste à transférer et à adapter à l'espèce humaine les solutions déjà élaborées par la nature. » (Larousse, 2022)

La nature regorge de merveilles. Nous pouvons entre autres penser aux méthodes de camouflage chez certains insectes ou aux couleurs des papillons. Tous ces éléments ont un point en commun : l'adaptation. En effet, tous les êtres vivants sont soumis à la sélection naturelle en fonction de l'environnement dans lequel ils se trouvent : les espèces les mieux adaptées à leur habitat ont plus de chance de survivre. Ce sont ces adaptations qui permettent à certains êtres vivants de réaliser des prouesses difficilement imaginables pour les humains. Toutefois, l'Homme s'est inspiré de celles-ci afin de créer des innovations tout à fait incroyables. Ce principe s'appelle « biomimétisme ». C'est entre autres grâce à cela que le velcro et le radar ont été inventés.

En 1983, les ingénieurs japonais travaillant sur le train Shinkansen affrontaient un problème particulier. Ce train, roulant à plus de 230 km/h, produisait un bruit d'explosion lorsqu'il sortait d'un tunnel, et ce, en zone résidentielle. En effet, un train voyageant à cette vitesse dans un tunnel comprime l'air devant lui, car le gaz n'a pas assez d'espace pour s'échapper. Cela forme un bouchon d'air comprimé qui, en raison de la chute de pression, produit un bruit semblable à celui d'une explosion à la sortie du tunnel. Nous pouvons comparer cette situation à celle d'une bouteille de champagne qu'on débouche. Pour remédier à cette situation, un ingénieur passionné d'ornithologie a eu l'idée de créer un modèle de train dont le devant s'inspirait du bec du martin-pêcheur. Cet oiseau a la particularité d'avoir une forme de bec qui lui permet de plonger dans l'eau en faisant un minimum d'éclaboussures. Donc, il peut passer efficacement d'un milieu de densité et de viscosité faibles à un milieu de viscosité et de densité élevées. Ce caractère est favorable, car cela lui permet d'attraper des poissons sans les effrayer. Même si le nouveau train n'a pas complètement réglé le problème, on a quand même constaté une réduction importante du bruit en plus d'améliorations inattendues, dont

une augmentation de vitesse de 10 % et une économie d'énergie de 15 %. Celles-ci sont dues au fait que le nouveau nez du train réduit le coefficient de traînée.¹

Afin d'avancer, les oiseaux utilisent le même principe d'action-réaction que les moteurs à réaction. En battant des ailes, ils exercent une force sur les particules d'air. En contrepartie, les particules d'air exercent une force sur les ailes appelée poussée qui permet le déplacement. La traînée est une force qui s'oppose à ce déplacement. Elle est principalement due au fait qu'il se forme des tourbillons lorsqu'un fluide visqueux s'écoule autour d'un solide. Le mouvement crée une zone de forte pression en avant du corps et une zone de basse pression en arrière. Puisque les fluides cherchent à passer d'une région où la pression est plus élevée vers une région où elle est plus basse, cela provoque un effet de succion autour du corps qui aspire les molécules vers l'arrière et ralentit le mouvement.

Contrairement à la traînée, le coefficient de traînée dépend uniquement de la forme du corps. Ce coefficient se mesure en laboratoire à l'aide d'une soufflerie. Pour réduire la traînée, il faut le minimiser. Puisqu'il existe une infinité de formes différentes réalisables, il est très difficile de déterminer le meilleur profil. C'est ici que l'approche biomimétique procure un grand avantage.

Comme le nouveau train s'inspire du martin-pêcheur, nous comparerons la traînée de cet oiseau à celle d'une sphère, car le nez de l'ancien modèle ressemblait à cette forme. Le coefficient de traînée pour le *Ceryle rudis*, une espèce de martin-pêcheur se nourrissant de poissons, était donné dans un article de *The Royal Society Publishing*.² Il a été calculé à l'aide d'une soufflerie à partir de modèles imprimés en trois dimensions. Ceux-ci provenaient de numérisations tridimensionnelles de spécimens conservés au Musée d'histoire naturelle de Tring et au Musée de Manchester. Ce coefficient est de 0,23, tandis qu'il est de 0,50 pour la sphère. Ainsi, le train inspiré du martin-pêcheur produit une traînée environ deux fois moins importante que le modèle utilisé au début des années 80. Comme la traînée est une force de sens inverse à la poussée, le nouveau train nécessitera la génération d'une poussée moins importante afin d'avoir une force résultante équivalente. La poussée est le résultat d'une conversion d'énergie en

force. Cela permettra donc d'économiser de l'énergie, ce qui sera bénéfique d'un point de vue financier et écologique.



Figure 1 Modèle du train Shinkansen inspiré du martin-pêcheur. Source : Shortycolossus. Pixabay [Internet]. 2019 [Consulté le 11 avril 2022]. Disponible sur : <https://pixabay.com/fr/photos/shinkansen-train-%C3%A0-grande-vitesse-4480775/>

L'énergie renouvelable est une solution intéressante pour combattre de nombreux problèmes sociaux. Cependant, les mécanismes de production de ce type d'énergie ne sont pas tous efficaces. Nous pouvons entre autres penser au rendement des panneaux solaires, qui absorbent seulement 60 % des rayons lumineux. Ce dernier peut toutefois être augmenté si l'on s'inspire de la nature, notamment des papillons. Les ailes de ces magnifiques insectes possèdent des structures bien plus complexes que nous pouvons l'imaginer. Il existe cinq niveaux de structure. Tout d'abord, nous retrouvons l'aile visible à l'œil nu. Ensuite, deux types d'écaillés s'y retrouvent, les fines et celles de fond. Les écaillés fines sont sur le dessus et sont formées de stries se connectant et se séparant afin de former de minces ouvertures. Les écaillés de fond, elles, vont être en dessous afin d'absorber la lumière grâce aux lamelles qui les composent. Ces lamelles prennent une forme semblable à des pyramides ou même à des sapins. Enfin, il y a le niveau moléculaire avec la présence de pigments qui vont participer à la coloration.³

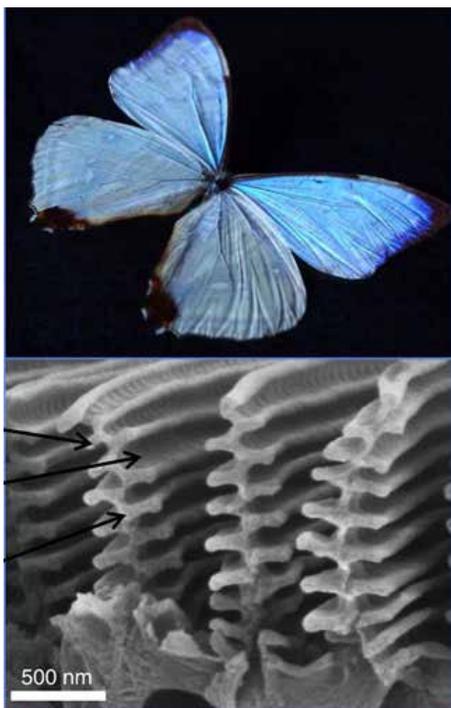


Figure 2 Structure des lamelles d'un papillon.
Source : Radislav A. Potyrailo et al. Wikimedia Commons [Internet]. 2014 [Consulté le 11 avril 2022].
Disponible sur : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Morpho_sulkowskyi_wings.jpg

Avec ces structures spécialisées, les papillons sont capables de mieux absorber les rayons solaires afin de se réchauffer efficacement. En effet, ces insectes ne peuvent pas se réchauffer eux-mêmes comme le font les animaux à sang chaud. L'entièreté de leur chaleur provient de la lumière, donc ils ont réussi à développer des mécanismes d'absorption plus performants. Ainsi, il serait intéressant de reproduire ces adaptations. C'est ce qu'ont fait des scientifiques de l'université de Jiao Tong de Shanghai en utilisant le *Papilio helenus*, un papillon reconnu pour ses couleurs sombres. Ils ont reproduit une section noire des ailes de ce papillon sur un panneau afin d'absorber plus de rayons, et donc d'en réfléchir le moins possible. En effet, la couleur noire est obtenue lorsque toutes les couleurs sont absorbées et, ainsi, qu'aucune n'est réfléchi. D'autres études arrivent également à la conclusion que ces nouvelles structures permettent d'augmenter les rayons absorbés et de réduire ceux réfléchis, ce qui améliore l'efficacité des panneaux. Cette capacité est explicable chez le *Papilio helenus* grâce à des pigments de mélanine, mais surtout grâce à la complexité structurale de leurs

écailles de fond, qui piègent les rayons pour les absorber totalement. Avant d'arriver aux lamelles, les petites ouvertures au fond des stries des écailles fines vont permettre la diffraction des rayons. La diffraction se produit puisque la dimension des ouvertures est comparable à la longueur d'onde de la lumière y passant, soit de l'ordre des nanomètres. Ce phénomène cause un étalement de la lumière, ce qui accroît la surface intérieure recevant ces rayons et ainsi augmente le nombre de lamelles impliquées. Ces microstructures absorbent une grande partie du rayonnement qui les frappe. Une petite partie de la lumière est inévitablement réfléchi, mais, en raison de la proximité des autres lamelles, les rayons réfléchis peuvent les frapper et ainsi finir absorbés.³

Une autre caractéristique des papillons pourrait inspirer une amélioration des panneaux solaires, soit l'autostabilisation thermique. Effectivement, les papillons sont capables de contrôler leur température corporelle afin de ne jamais dépasser une température critique. Cette propriété serait intéressante à appliquer aux panneaux photovoltaïques, car leur rendement devient plus faible lorsque les panneaux ont une température trop élevée.



Figure 3 Greta oto, un papillon aux ailes transparentes. Source : Traveller_40. Flickr [Internet]. 2012 [Consulté le 11 avril 2022]. Disponible sur : https://www.flickr.com/photos/traveller_40/6737050165

Les papillons n'inspirent pas que des améliorations aux panneaux solaires. Leurs caractéristiques uniques intéressent aussi l'art et l'architecture. Après tout, leurs ailes sont des chefs-d'œuvre naturels. Grâce à leur structure causant de la réfraction, la couleur et son intensité peuvent changer en fonction de l'épaisseur des sections de la microstructure et de la distance entre celles-ci. Elles peuvent même, dans certains cas, avoir une apparence transparente ou changer

de couleur selon l'angle d'observation.

En plus de s'inspirer du martin-pêcheur pour créer un train plus aérodynamique ou des papillons pour améliorer les panneaux solaires, des chercheurs se sont également inspirés de l'habileté phénoménale des chauvesouris qu'est l'écholocation afin d'inventer le sonar. Toutefois, l'humain a tendance à créer des technologies visant la maximisation des profits et n'accorde que peu d'importance à l'efficacité énergétique des innovations.

Nous pouvons donc dire que l'Homme a cruellement besoin de s'inspirer de la nature à cet égard afin de surmonter les grands défis de l'humanité tels que le réchauffement climatique ou la perte de biodiversité.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. Guillot A, Meyer J-A. Poulpe fiction : Quand l'animal inspire l'innovation [Internet]. 1re éd. Paris : Dunod ; 2014 [cité 6 mars 2022]. Disponible à : <https://cyberlibris-valleyfield.proxy.collecto.ca/reader/docid/88820730/page/1?searchterm=bio-mim%C3%A9tisme>
2. Crandell KE, Howe RO, Falkingham PL. Repeated evolution of drag reduction at the air-water interface in diving kingfishers. *Journal of The Royal Society Interface* [Internet]. 31 mai 2019 [cité 7 mars 2022] ; 16 (154). Disponible à : <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsif.2019.0125>
3. Camborde J-P. Biomimétisme : Il y a du génie dans la nature ! [Internet]. 1re éd. France : Éditions Quae ; 2018 [cité 14 mars 2022]. Disponible à : <https://cyberlibris-valleyfield.proxy.collecto.ca/catalog/book/docid/88863543?searchterm=bio-mim%C3%A9tisme>

Nous présentons ici une brève description du fonctionnement du Vyvanse® dans le traitement du TDAH, afin de démystifier les mécanismes qui permettent aux psychostimulants de calmer un individu au lieu de le stimuler.

Il n'est plus rare d'entendre les écoles exprimer leurs inquiétudes quant au nombre grandissant d'élèves diagnostiqués avec des troubles cognitifs. Au Québec, entre 2006 et 2015, on a pu observer une augmentation de plus de 50 % du nombre de jeunes de 25 ans et moins sous médication pour un TDAH (trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité).¹ Cette pathologie requiert un suivi médical accru puisque son traitement varie selon les personnes, d'autant plus que ce trouble peut se manifester de différentes façons. En effet, certain(e)s éprouvent un besoin incontrôlable de bouger, de se retourner au moindre bruit et demeurent dans l'incapacité de fixer leur attention sur une tâche cérébrale, telle que la lecture ou le calcul. D'autres, en revanche, éprouvent un sentiment d'être dans la lune si intensément que le fait de se concentrer de façon soutenue devient un vrai combat. Extérieurement, ces jeunes peuvent paraître impulsifs ou désintéressés, ce qui provoque par le fait même un rejet ou une perte d'estime de soi, rendant difficile la gestion de ce trouble. Par chance, des médicaments existent et ce sont les symptômes qui déterminent le traitement adéquat. Le médecin a le choix entre deux grandes familles de médicaments : les psychostimulants et les non-psychostimulants. Dans le cadre de cet article, nous porterons notre attention sur les mécanismes d'action des psychostimulants dans le cerveau, plus particulièrement ceux de la lisdexamphétamine, connue sous le nom de Vyvanse®.

Pour comprendre les mécanismes d'action détaillés du Vyvanse®, il faut d'abord se pencher sur sa cible, dans ce cas-ci, le siège des capacités cognitives. En effet, c'est le cortex préfrontal, une région du cerveau, qui assure la capacité à maintenir l'attention et à gérer les pulsions motrices. C'est à cet endroit que l'on retrouve les cellules responsables d'acheminer l'information qui nous permettra de rester assis, de réfléchir ou de contrôler nos émotions. Ces cellules, qu'on appelle « neurones », communiquent entre elles à l'aide d'un message électrique, l'influx nerveux.

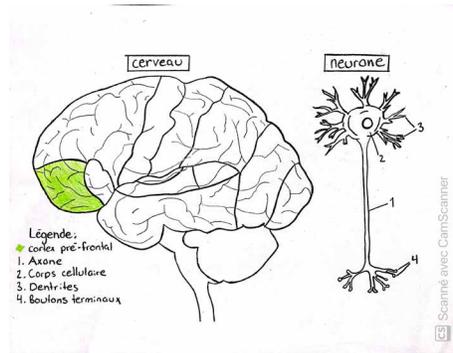


Figure 1 Différentes parties du cerveau et d'un neurone. Source : Gabriella Marco St-Pierre, dessin, 2022, Vaudreuil.

Lorsque celui-ci arrive à une synapse (la jonction de deux neurones), des mécanismes impliquant différents neurotransmetteurs et récepteurs spécifiques se mettent en action pour assurer le transfert du message. Chez les personnes atteintes de TDAH, ce transfert d'information est dysfonctionnel : pour certains, les influx nerveux sont trop lents ou insuffisants et pour d'autres, trop rapides.

Le rôle du médicament est donc de réguler les influx nerveux pour permettre des interactions efficaces entre les neurones.

Il existe plusieurs types de neurotransmetteurs, dont la dopamine qui, lorsqu'elle est libérée des vésicules du neurone présynaptique, traverse la fente synaptique pour aller se fixer sur les récepteurs dopaminergiques du neurone postsynaptique, permettant ainsi à l'information de se transmettre.² On pourrait comparer la dopamine à une clé : si elle ne tourne pas bien dans la serrure ou si on perd la clé, la porte ne s'ouvre pas et aucun message ne peut être transmis ! Pour assurer le transfert, il faut donc qu'il y ait suffisamment de dopamine qui se fixe aux récepteurs dopaminergiques et c'est ici que le médicament entre en jeu. L'action du Vyvanse® peut se décliner en deux mécanismes principaux : la stimulation de

la libération de la dopamine et l'inhibition de la dégradation de la dopamine inutilisée.

Dans un premier temps, il faut savoir que l'organisme fait subir des transformations aux médicaments avant de pouvoir les utiliser. Ainsi, lorsqu'un patient ingère du Vyvanse®, une enzyme digestive sépare par hydrolyse la molécule initiale en deux : la L-lysine et la D-amphétamine. Une fois métabolisée, la D-amphétamine est acheminée par voie sanguine vers le cerveau où elle pourra interagir avec le milieu, et ainsi, atténuer les symptômes du TDAH.³

Tout d'abord, grâce à sa structure similaire à la dopamine, la D-amphétamine pénètre dans les vésicules en se faisant passer pour celle-ci et, en pénétrant, éjecte de force les molécules de dopamine déjà présentes. La dopamine n'aura alors pas d'autres choix que de traverser la fente et se fixer sur les récepteurs dopaminergiques postsynaptiques. Cette duperie permet donc à l'influx nerveux de se transmettre. Lorsque cela se produit, le cerveau envoie le message qu'il doit continuer la tâche cognitive en cours.

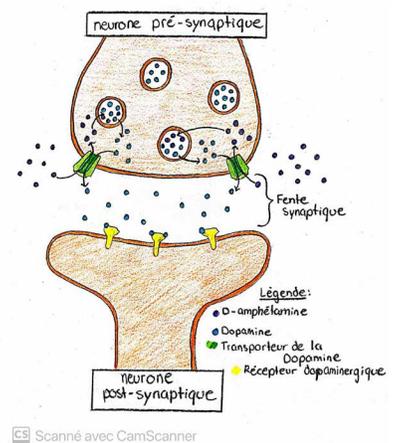


Figure 2 Mécanisme D-amphétamine avec dopamine. Source : Gabriella Marco St-Pierre, dessin, 2022, Vaudreuil.

La D-amphétamine inhibe également la synthèse de monoamine-oxydase, une enzyme qui dégrade les neurotransmetteurs inutilisés. En temps normal, ce ne sont pas toutes les molécules de dopamine libérées qui se fixent aux récepteurs postsynaptiques, certaines y parviennent et d'autres non. Celles qui n'y sont pas parvenues regagnent le neurone présynaptique CO₂ les transporteurs de la dopa-

mine, pour être ensuite dégradées par de la monoamine-oxydase. Lorsqu'un patient ingère du Vyvanse®, la monoamine-oxydase est inhibée dans le neurone présynaptique. Lorsque la dopamine inutilisée regagne celui-ci, elle n'est pas dégradée, ce qui permet de maintenir une quantité suffisante de dopamine dans le neurone.

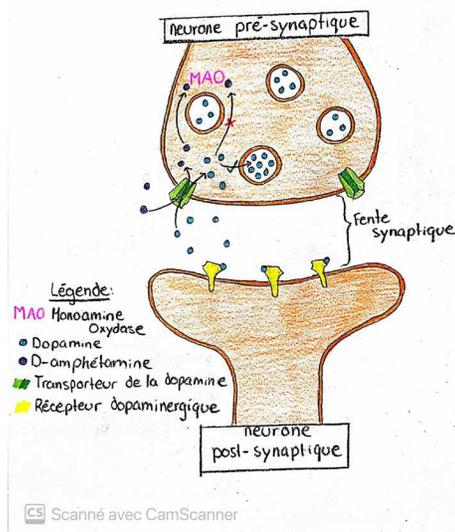


Figure 3 Mécanisme D-amphétamine avec MAO.
Source : Gabriella Marco St-Pierre, dessin, 2022, Vaudreuil.

Ces deux mécanismes interagissent l'un avec l'autre : l'inhibition de la monoamine-oxydase permet à la D-amphétamine de toujours avoir des molécules de dopamine à expulser des neurones présynaptiques, ce qui assure en permanence un transfert de l'information. Le patient peut alors se concentrer sur de plus longues périodes, car son système recevra plus longtemps la consigne de continuer la tâche cognitive qu'il est en train d'exécuter. Cela permet par le fait même de faire abstraction des stimulus externes (bruits, sensation de devoir bouger, etc.).

L'efficacité du médicament reste difficile à quantifier, car elle dépend de multiples facteurs (comorbidités, qualité de vie, etc.). Le médicament semble très efficace chez certains sujets tandis que chez d'autres, il provoquera des effets secondaires importants.

Enfin, il est vrai que le terme « psychostimulant » peut paraître paradoxal lorsqu'on parle de TDAH, car il est facile de se dire qu'une personne atteinte de ce trouble aura davantage besoin d'un cal-

mant que d'un stimulant. Mais ne laissons pas les stéréotypes altérer la logique : un influx nerveux, qu'il soit envoyé pour commander une tâche motrice ou pour attaquer une tâche cognitive, a besoin de voyager d'un neurone à l'autre, donc il faut le stimuler. Dans le cas du médicament le Vyvanse®, on peut dire qu'il stimule l'attention et le terme « psychostimulant » prend tout son sens !

Nous voulions décrire l'action des psychostimulants, car ils ont été les premiers types de traitement qui ont vu le jour dans les pays développés. Il faut cependant savoir qu'il en existe d'autres, tels que les non-psychostimulants, que nous avons évoqués en introduction et qui agissent différemment et sur d'autres types de neurotransmetteurs. Il existe également des voies non médicamenteuses, basées sur les connaissances acquises dans les domaines de la psychologie et de la neuropsychologie. Certaines études tendent même à démontrer que les médicaments ne sont pas toujours nécessaires et que la qualité de vie a un impact significatif sur l'intensité des symptômes. D'ailleurs, la société commence à décrire certaines situations qu'elle qualifie d'abusives, comme lorsque des parents demandent au médecin de prescrire une médication à leur enfant pour le « calmer », sans avoir tenté la moindre amélioration ou adaptation éducative. La responsabilité des parents, autant que celle des professionnels de la santé, est remise en question et laisse penser qu'un changement de mentalité est nécessaire en ce qui a trait à la considération que l'on accorde aux voies thérapeutiques non médicamenteuses. Enfin, puisque la demande de diagnostic a souvent l'école comme point de départ, une question semble légitime : qui est le plus limité, la personne TDAH ou notre système scolaire standardisé ?

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Mandat d'initiative - Augmentation préoccupante de la consommation de psychostimulants chez les enfants et les jeunes en lien avec le trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité (TDAH) [Internet]. Assemblée nationale du Québec. avr 2019 [cité 4 avril 2022]. Disponible sur : <http://www.assnat.qc.ca/fr/travaux-parlementaires/commissions/csss/mandats/Mandat-40809/index.html>
2. Dubuc B. Mémoire et apprentissage [Internet]. Le cerveau à tous les niveaux ! 2022 [cité 31 mars 2022]. Disponible sur : https://lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i_03/i_03_m/i_03_m_par/i_03_m_par_amphetamine.html
3. Mattingly G. Lisdexamfetamine Dimesylate : A Prodrug Stimulant for the Treatment of ADHD in Children and Adults. CNS Spectrums [Internet]. mai 2010 [cité 31 mars 2022] ; 15(5) : 31525. Disponible sur : https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S1092852900027541/type/journal_article

Vague après vague, le gouvernement a toujours été en mesure de prédire la propagation de la Covid-19. Ne vous y trompez pas, cela n'est pas un don miraculeux ! Il y arrive grâce à un modèle statistique nommé « chaînes de Markov ».

Au Québec, c'est en mars 2020 que tout a commencé. Nous avons d'abord cru que deux semaines suffiraient pour éliminer les premières traces du SARS-CoV-2, très peu connu dans notre société. Et pourtant, deux ans plus tard, la Covid-19 est toujours aussi présente dans nos vies. De plus, ce virus est notamment dangereux pour les personnes plus âgées, qui sont d'ailleurs les plus à risque de y succomber.

Tout d'abord, il est intéressant de comprendre comment le virus se propage entre les individus. Le virus se transmet, entre autres, par l'expulsion de gouttelettes aérosols. Certaines sont impossibles à voir à l'œil nu en raison de leur très petite taille. D'ailleurs, celles-ci sont très légères, ce qui leur permet de rester en suspension dans l'air et d'être inhalées par un autre individu. Une fois absorbé, le virus démarre sa période d'incubation, c'est-à-dire la période qui se situe entre la contamination et l'apparition des symptômes. Le SARS-CoV-2 entre par les muqueuses des voies respiratoires ou par les yeux. Ce dernier va ensuite circuler le long des voies respiratoires jusqu'aux poumons. Sur son passage, le virus va créer une inflammation, ce qui entrave les fonctions des poumons. Il leur devient alors difficile de fournir l'oxygène et d'évacuer le CO₂ du sang. C'est pourquoi plusieurs personnes infectées éprouvent des difficultés respiratoires qui peuvent parfois entraîner une pneumonie et même la mort.

Lors de la 5^e vague, au Québec, c'est plus d'un demi-million de personnes qui ont contracté le virus, notamment le variant Omicron. Parmi elles, un peu plus du quart étaient âgées de 60 ans ou plus, ce qui représente bien leur proportion dans la population totale. Pourtant, si l'on regarde la répartition des décès, cette catégorie d'âge représente 95 % des décès. Nous nous situons alors bien au-delà du quart.¹ D'une part, pourquoi cette catégorie d'âge est-elle aussi à risque ? Simplement à cause du vieillissement des systèmes immunitaire et pulmonaire, qui sont directement attaqués par le virus.

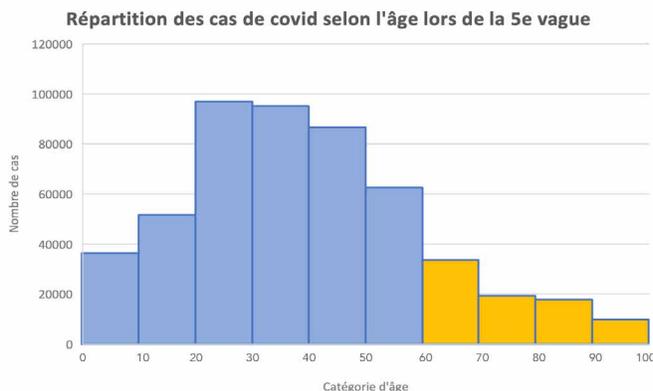


Figure 1 Représentations graphiques des statistiques du nombre de cas. Source graphique : Juliane Latreille, graphique créé à l'aide du logiciel Excel, 2022, Salaberry-de-Valleyfield. Source des données : INSPQ. [Internet]. [cité 7 avr 2022]. Disponible sur : <https://www.inspq.qc.ca/covid-19/donnees>

D'autre part, comment la santé publique a-t-elle toujours été en mesure de prédire le nombre de cas, le nombre d'hospitalisations, etc. ?

Elle utilise le processus des chaînes de Markov. Nous allons utiliser ce même principe de manière simplifiée pour simuler des prédictions sur la 5^e vague qui a eu lieu au Québec à partir de décembre 2021.

Prenons, par exemple, trois états qui se situent dans la longue chaîne de transmission du virus Covid-19 : l'état d'être positif, celui d'être rétabli et celui d'être décédé à la suite de la contraction du virus. Au 25 décembre 2021, nous estimons qu'il y avait 1696 nouveaux cas positifs de Covid-19 chez les 60 ans et plus. De plus, à cette période de l'année, sur une période de cinq jours, il y avait en moyenne trois décès. Puisque les 60 ans et plus font partie de la tranche d'âge la plus affectée par le virus, nous avons donc estimé la probabilité de décéder du virus après cinq jours à 3/1696, soit 0,002. D'après des modélisations du UK Health Agency, près du tiers des malades sont encore contagieux au bout de cinq jours, ce qui correspond donc à une probabilité de 0,31 d'être toujours dans l'état positif après cinq jours d'isolement.² Le reste de l'échantillon réussit à se rétablir du virus.

Lorsqu'une personne se retrouve dans l'état « rétabli » à l'instant initial, elle a 100 % de chances d'y demeurer, puisqu'on considère que, dans une même vague, il n'est pas possible d'attraper deux fois le même variant.

Lorsqu'on utilise le processus des chaînes de Markov, il faut, tout d'abord, représenter la situation sous la forme d'un graphe pondéré. Dans celui-ci, les sommets représentent les états alors que les arêtes nous donnent l'information sur les probabilités. Dans l'exemple, les arêtes équivalent à une période de cinq jours, puisque ceci correspond à la période moyenne d'isolement. Ensuite, nous allons utiliser une matrice de transition mettant en relation les cas positifs (P), les cas rétablis (R) ainsi que les décès (D). Celle-ci est simplement une autre façon de visualiser la situation pour simplifier les calculs.³

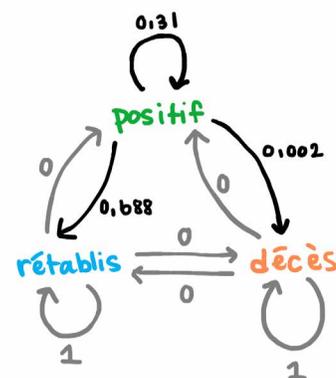


Figure 2 Graphe pondéré des probabilités entre les trois états. Source : Juliane Latreille, graphiques réalisés à l'aide du logiciel OneNote, 2022, Salaberry-de-Valleyfield

Matrice transition A :

	P	R	D	Total
A=	0,31	0,688	0,002	1
R	0	1	0	1
D	0	0	1	1

Avec l'état positif comme état au temps 0, voici la situation avec l'arbre de probabilités :

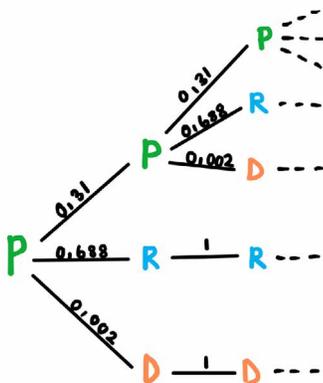


Figure 3 L'arbre de probabilités entre les trois états.
Source : Juliane Latreille, graphiques réalisés à l'aide du logiciel OneNote, 2022, Salaberry-de-Valleyfield

Au bout de la première branche, nous voyons les états possibles après cinq jours, sachant que l'individu était positif auparavant. Sur chaque branche, il y a la probabilité correspondant à ce changement d'état. Ainsi, si l'on souhaite obtenir la probabilité de se retrouver dans un certain état après cinq jours, on doit additionner les probabilités des chaînes qui se terminent par l'état souhaité après une branche.

Bien sûr, il faut garder en tête que la situation de la pandémie a été simplifiée dans la présentation faite ci-dessus. Il existe d'autres états possibles, comme les hospitalisations, les asymptomatiques, etc.

Mais comment faire si nous souhaitons obtenir une probabilité après une période quelconque de temps ? C'est ici que la matrice de transition entre en jeu et nous permet d'obtenir des prédictions. En effet, commençons à nous intéresser à la propagation du virus après dix jours. Ceci correspondrait à deux branches de notre arbre de probabilité. L'état initial correspond à l'individu positif. Après dix jours, son état peut être positif, rétabli ou décédé. Si nous cherchons à obtenir la probabilité qui correspond à un état précis, nous devons additionner chacune des branches qui se terminent par l'état désiré. Sur chaque chemin, nous multiplions les probabilités que nous rencontrons.

Par exemple, la probabilité de passer de « positif » à « rétabli » après dix jours correspond à $(0,31 \cdot 0,688) + (0,688 \cdot 1) = 0,09012$.

Maintenant, comment allons-nous réobtenir ce résultat avec la matrice de transition ? En effet, si nous observons attentivement le calcul fait précédemment, nous remarquons qu'en réalité nous multiplions la ligne de l'état positif (état de départ) par la colonne de l'état rétabli (l'état de fin désiré).

	P	R	D	Total
A = P	0,31	0,688	0,002	1
R	0	1	0	1
D	0	0	1	1

Matrice transition A :

En effet, nous réalisons donc que la matrice de transition est une version abrégée de l'arbre de probabilité. Elle nous permet de multiplier et d'additionner des probabilités entre elles. Ainsi, si nous souhaitons obtenir les probabilités correspondant aux états après avoir considéré deux branches de l'arbre, nous n'avons qu'à multiplier la matrice par elle-même, soit la mettre au carré.³ C'est cette procédure qui nous permet de prédire un état à partir d'un état initial donné.

Cela étant dit, allons maintenant appliquer la théorie précédente pour obtenir les probabilités après un mois. Il suffit, pour y arriver, de multiplier la matrice de transition par elle-même six fois.

$$A^6 = \begin{bmatrix} 0,00089 & 0,99622 & 0,00290 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Après avoir obtenu ce résultat, interprétons la donnée a₁₃, soit la 1^{ère} ligne et la 3^e colonne de la matrice. La probabilité de 0,0029 signifie la probabilité de décéder des suites de la Covid-19, sachant que la personne, âgée de plus de 60 ans, était positive en date du 25 décembre. Or, dans notre échantillon de 1696 cas positifs, cinq d'entre eux en seraient décédés après une période d'un mois. Ces cinq décès proviennent seulement de nouveaux cas positifs en une seule journée, donc nous pouvons facilement estimer le nombre de décès si nous compilons ceux de chaque jour durant un mois.

Grâce aux chaînes de Markov, nous avons été en mesure de prédire les décès de la 5^e vague chez une tranche d'âge plus à risque. Il aurait été également possible de faire le même exercice en considérant les hospitalisations ou les différents variants.

Alors, nous pouvons maintenant être rassurés, sachant que la santé publique a à sa disposition des prédictions scientifiques sur lesquelles baser le fameux dicton « Ça va bien aller ! ».

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Gouvernement du Québec. Données COVID-19 au Québec [Internet]. INSPQ. 2022 [cité 7 avr 2022]. Disponible sur : <https://www.inspq.qc.ca/covid-19/donnees>
2. Cliche JF. COVID-19 : combien sont toujours contagieux après 5 jours ? [Internet]. Le Soleil. 2022 [cité 7 avr 2022]. Disponible sur : <https://www.lesoleil.com/2022/01/30/covid-19-combien-sont-toujours-contagieux-apres-5-jours-4256d09f05237fe-0c9e1ca42359d955a>
3. Scientificsentence. Algèbre linéaire et vecteurs [Internet]. Chaîne de Markov. 2009 [cité 8 avr 2022]. Disponible sur : https://scientificsentence.net/Equations/Algebre_lineaire/index.php?key=yes&Integer=chaîne_markov

En 2021, la province canadienne de la Colombie-Britannique a subi d'importantes inondations qui n'ont pas laissé son territoire indemne. Les saumons du Pacifique, ressource importante, accusent difficilement le coup... Eh oui ! Qui eût cru qu'il pourrait y avoir trop d'eau pour un poisson ?

Bon nombre d'entre nous se rappellent les feux de forêt ravageurs qui ont rasé les forêts de conifères de la Colombie-Britannique il y a quelques années. Malheureusement, le calvaire ne s'est pas arrêté là... Pas plus tard qu'à l'automne 2021, la province a été victime d'inondations extrêmes lui donnant des airs de parc aquatique. Seulement, l'heure n'était pas à la rigolade... Une telle catastrophe laisse des conséquences. Les populations humaines autant que les populations animales ont été touchées, affectant l'équilibre de l'écosystème local. Tout particulièrement, les saumons du Pacifique, présents en abondance dans cette région et plus ou moins protégés, font face à la menace d'une extinction précipitée.

Ces inondations sont une conséquence directe des précipitations abondantes qui ont frappé le territoire. Pourtant, l'Alberta, province voisine, n'a pas subi le même choc. Mais qu'est-ce qui explique cette plus grande vulnérabilité de la Colombie-Britannique aux fortes pluies ? Quand il pleut dans notre cour, il pleut aussi dans celle de notre voisin, non ? Bien, c'est entre autres dû au relief caractéristique de cette région. Les grandes responsables sont les Rocheuses, la chaîne de montagnes qui chevauche la frontière de ces deux provinces de l'Ouest. Peut-être que notre clôture dans la cour arrière n'arrête pas la pluie, mais les frontières naturelles comme celles des montagnes, elles, le peuvent ! Il s'agit de l'*effet de foehn*.

Les Rocheuses modifient la nature des vents provenant de l'Ouest. Au bas d'une montagne, l'air a deux options : la contourner, ce qui crée les vents locaux, ou passer par-dessus, ce qui engendre une métamorphose surprenante. En effet, l'air qui monte en suivant la silhouette des montagnes se refroidit au fur et à mesure qu'il progresse dans son ascension, car la pression atmosphérique diminue. Plus on monte en altitude, plus il fait froid. Il est évalué que la température diminue de 0,65 degré Celsius tous les 100 mètres. Le refroidissement de l'air cause la condensation de ce dernier, c'est-à-dire le passage de l'état gazeux à l'état liquide. On se retrouve donc avec de la vapeur d'eau qui forme des nuages. Résultat : des précipitations de pluie ou de neige du côté ouest de la chaîne de montagnes. Voilà qui explique, entre autres, les importantes précipitations qui se sont abattues sur la province concernée, faisant déborder les cours d'eau.

La présence de l'*effet de foehn* est confirmée par les plaines qui se trouvent en Alberta, du côté est des Rocheuses. Effectivement, quand l'air franchit le sommet, l'air a déjà perdu une bonne partie de la vapeur d'eau qu'il transportait puisqu'elle a été évacuée sous forme de précipitations. L'air devient plus sec et se comprime au cours de sa descente à mesure que la pression atmosphérique augmente. On parle d'une augmentation d'environ 1 degré Celsius tous les 100 mètres. Ainsi, cela concorde avec le territoire sec des plaines albertaines. Ce changement dans la nature des vents constitue le microclimat qui désavantage la Colombie-Britannique. On observe l'*effet de foehn* même sur de petites collines. Imaginez l'impact que peut avoir une chaîne de montagnes aussi massive que les Rocheuses en termes de précipitations !¹

Toute cette pluie, faute de barrières naturelles de végétaux, rasées par les feux de forêt, dépasse largement la capacité du territoire à accueillir une telle quantité d'eau. L'eau est essentielle à la vie et à une multitude de phénomènes terrestres, mais elle peut aussi s'avérer destructrice. Il s'agit d'un des principaux agents d'érosion capables d'altérer les roches, tant par des processus physiques que chimiques. Par exemple, à cause des périodes de gel et dégel que connaît notre climat continental, l'usure des roches est amplifiée. L'eau qui s'infiltre dans les fissures des roches y gèle et y exerce une pression. Certaines parties finissent par éclater. Ce qui est encore plus ravageur, c'est que l'eau contribue aussi fortement au transport des débris, c'est-à-dire les sédiments, issus de cette destruction des berges. Elle les transporte des rivières aux fleuves jusque dans les océans. Ce n'est pas tout ! Plusieurs glissements de terrain se sont aussi produits à la suite des inondations. À leur tour, ils ont déversé leur lot de poussières et de débris dans les cours d'eau.²

Ces chutes intenses de sédiments entraînent des conséquences dévastatrices sur les populations marines qui habitent ces cours d'eau. Les saumons du Pacifique n'y font pas exception. Cette espèce est adaptée aux eaux dynamiques et les inondations se révèlent habituellement bénéfiques pour la diversité des habitats, essentielle pour la longévité du saumon.



Figure 2 Un saumon à contrecourant : On observe bien comment les saumons sont habituellement capables de vivre dans des eaux agitées. Source : Moore D. Pixabay [Internet.] 2021 [cité le 8 avril 2022]. Disponible sur : <https://pixabay.com/fr/photos/saumon-poisson-saut-en-amont-1107404/>

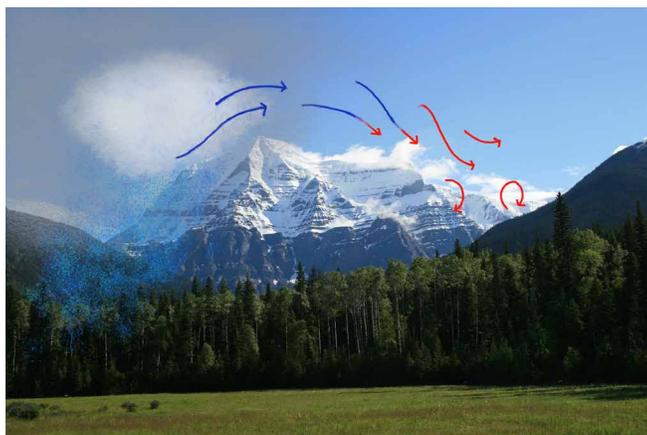


Figure 1 Dans cette représentation de l'*effet de foehn*, l'air froid en bleu monte et redescend pour se transformer en air sec, en rouge. Source : adapté de Reinich T. Pixabay [Internet] 2021 [cité le 8 avril 2022]. Disponible sur <https://pixabay.com/fr/photos/canada-monter-robson-301430/>

En revanche, les changements dans le paysage entourant les cours d'eau, comme la plus faible présence de végétaux, ont perturbé l'adaptation qui était autrefois possible. Sans la protection qu'offre la végétation, les phénomènes naturels que sont les inondations deviennent

difficiles à contrôler. En premier lieu, lors des averses puissantes, l'eau s'écoule à grande vitesse dans les bassins qui entourent la Colombie-Britannique. Ainsi, le débit est considérablement augmenté par l'arrivée massive d'eau. Cela a pour résultat de détruire les nids construits par ces poissons, car le courant devient trop fort. En second lieu, ce courant plus puissant devient très efficace pour transporter davantage de sédiments.

Malheureusement, la quantité impressionnante des sédiments déversés dans les cours d'eau met aussi en ruine les nids et tue les nombreux œufs qui se trouvent dans les habitats.

Les nids ne peuvent résister à cette pression exercée sur eux. Comme les œufs détruits n'éclosent jamais, le taux de reproduction se voit affecté négativement. Outre la destruction des lieux de naissance, le transport de sédiments représente une simple pollution du milieu, ce qui perturbe les habitudes du saumon. Imaginez qu'une pluie de roches s'abat sur votre ville. Non seulement votre maison sera détruite, mais aussi les lieux où vous vous approvisionnez et ceux où ces provisions sont produites.

De plus, qui dit inondations dit débordements. Dans les zones peu profondes, comme les zones de navigation, il n'est pas rare de voir les routes à proximité inondées quand ces zones débordent. Les poissons se retrouvent délocalisés puisqu'ils sont emportés par ces eaux à l'extérieur des cours d'eau. Ce qui est préoccupant, c'est le moment où les eaux de crue se retirent. Souvent, les saumons sont incapables de retrouver leur chemin. Évidemment, c'est fatal pour eux. Malgré les programmes qui ont pour but de protéger les habitats des saumons du Pacifique en tentant de contrôler et de rediriger l'écoulement des précipitations, les changements climatiques augmentent

considérablement le nombre et l'intensité des précipitations, tant dans l'Ouest canadien qu'ailleurs dans le monde. Alors, il est de plus en plus difficile de prévenir les conséquences irréversibles de l'éboulement des débris rocheux. S'adapter aux changements de leurs habitudes de vie est un processus écologique naturel pour les saumons. Effectivement, comme mentionné plus tôt, les inondations changent parfois leur habitat pour le mieux en leur offrant de nouvelles ressources. Cependant, la quantité des dégâts impliquée à l'heure actuelle est trop grande pour la capacité d'adaptation du poisson. Cette population de saumons tend donc à diminuer.³

Voilà qui résume de quelle façon les saumons du Pacifique sont affectés négativement par les inondations récentes. Bien entendu, ce changement à petite échelle en devient vite un à grande échelle. La menace que subit cette population de saumons en est une aussi pour celles des autres espèces qui se nourrissent de cette variété de poisson. Toute la chaîne alimentaire se voit perturbée. N'oublions pas que les humains font aussi partie de cette chaîne. Les conséquences sont donc aussi économiques et sociales, si on pense à l'industrie de la pêche, bien installée en Colombie-Britannique. Le grand défi est de trouver l'équilibre entre l'exploitation de cette ressource et la protection de la population de poissons malgré des facteurs difficilement contrôlables, comme les précipitations. Ce n'est pas une mince tâche, surtout pour une province qui a déjà perdu gros...

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. CHABOUD R. FØHN. In Encyclopædia Universalis; 2022 [cité 21 févr 2022]. Disponible sur : <https://universalis-valleyfield.proxy.collecto.ca/encyclopedia/foehn/>
2. Institut Français de l'Éducation. L'eau, agent d'érosion — Eduterre [Internet]. 2008 [cité 27 févr 2022]. Disponible sur : <http://eduterre.ens-lyon.fr/thematiques/hydro/erosion/accueil>
3. SEEB L. Salmon and Floods [Internet]. Long Live The Kings. 2021 [cité 17 févr 2022]. Disponible sur : <https://lilk.org/salmon-and-floods/>

Les statistiques concernant le nombre de diagnostics de cancer ne cessent d'augmenter. La communauté scientifique recherche donc de nouvelles méthodes dans le but de cibler les cellules cancéreuses sans affecter les cellules saines.

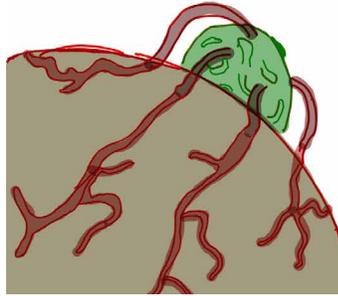
La course vers la découverte d'un remède miracle contre le cancer préoccupe la communauté des scientifiques depuis plusieurs décennies. Ces derniers sont constamment en quête d'une solution qui pourrait sauver les nombreuses personnes qui en sont atteintes. En effet, selon la Fondation québécoise du cancer,

au Québec, c'est toutes les 24 minutes qu'une personne meurt d'un cancer.

Choquant, non ? Ce genre de statistiques rappelle l'importance de trouver un traitement tout en tentant d'en limiter les répercussions.

Présentement, la chimiothérapie est fréquemment utilisée pour traiter plusieurs types de cancer. Les médicaments administrés lors de ces traitements sont composés d'agents chimiothérapeutiques. Ces agents, à la suite de leur administration, sont diffusés dans le sang du patient. Ainsi, ces médicaments sont répandus partout dans l'organisme afin d'attaquer toutes les cellules cancéreuses qu'ils pourraient rencontrer. Toutefois, ce ne sont pas seulement les cellules cancéreuses qui sont affectées. En effet, ces agents cytotoxiques inhibent également la reproduction rapide des cellules saines. Alors, non seulement les cellules cancéreuses seront affectées, mais les cellules sanguines (rouges, blanches et des fragments de cellules : les plaquettes), les cellules du follicule pileux et de la peau ainsi que de la muqueuse du système digestif le seront aussi. C'est une des raisons qui expliquent pourquoi la chimiothérapie provoque autant d'effets secondaires chez le patient. Ainsi, les scientifiques ont tenté de développer de nouvelles façons de traiter le cancer afin de mieux cibler les cellules malades et, par le fait même, d'éviter les dommages aux cellules saines. Les recherches s'intensifient donc dans le but de trouver de nouvelles façons de les cibler en utilisant des molécules plus spécifiques. C'est ce qu'on nomme le « ciblage ». Cette

approche est comme une sorte de GPS qui amène le médicament utilisé directement et seulement vers les cellules cancéreuses.



Le ciblage actif direct a pour objectif de détecter, sur la cellule malade, des molécules différentes de celles des cellules saines. En altérant ces molécules, on ralentit la croissance de la tumeur et, parfois, cela va même jusqu'à la détruire. L'agent ciblant utilisé varie en fonction du type de cancer et du type de molécule qu'on souhaite affecter. Le médicament administré sera donc différent d'un patient à l'autre. Un des médicaments souvent utilisés implique des anticorps monoclonaux, c'est-à-dire des anticorps fabriqués spécifiquement pour traiter une maladie. Ils sont produits par des organismes unicellulaires (bactéries et levures) ou des cellules de mammifères sélectionnés et cultivés pour leur capacité à produire un anticorps particulier. Ce sont ces derniers qui se lient aux protéines externes et parfois aux gènes des cellules cancéreuses. Une autre méthode employée est l'utilisation de petites molécules qui, grâce à leur petite taille, peuvent pénétrer à l'intérieur des cellules et y affecter des protéines. Dans les deux cas, les médicaments se lient aux molécules ciblées afin de bloquer leur fonctionnement.

Cependant, ces traitements sont efficaces seulement si la cellule cancéreuse contient la protéine ou le gène qu'on souhaite cibler avec le médicament. Sans leur présence, le traitement sera inutile, puisqu'il n'endommagera pas la cellule visée. Ce type de traitement ne peut actuellement pas être offert à tous les patients puisque ce ne sont pas toutes les tumeurs qui ont les récepteurs des cellules ciblées par les médicaments. À ce jour, les types de médicaments utilisés ne sont pas en mesure de traiter tous les cancers. De plus, le traitement ciblé n'est pas toujours efficace. En effet, l'arrêt des

gènes ou des protéines ciblées ne garantit pas l'arrêt du fonctionnement de la cellule cancéreuse et de sa croissance.

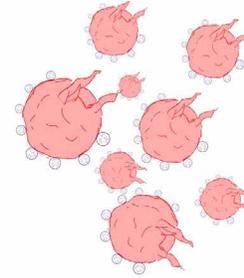


Figure 1 L'utilité du ciblage dans les vaisseaux sanguins à proximité de cellules cancéreuses et saines. Source : Sarah Godmer, dessin, 2022, Salaberry-de-Valleyfield.

Ainsi, même si on les détruit par les molécules de ciblage, cela n'affectera pas la cellule dans son ensemble. Elle ne sera donc pas détruite et le cancer ne sera pas traité. Il est donc nécessaire de trouver un traitement qui peut être utilisé pour tout type de cancer et qui serait plus efficace.¹

Heureusement, des chercheurs tentent de trouver des techniques pour que les médicaments ciblent directement les cellules cancéreuses afin de réduire les dommages collatéraux. Sylvain Martel, ingénieur et professeur à Polytechnique Montréal, développe une méthode qui utilise la nanotechnologie (technologie de l'ordre du milliardième de mètre). Sa méthode consiste à encapsuler les molécules de médicament dans des nanocapsules.

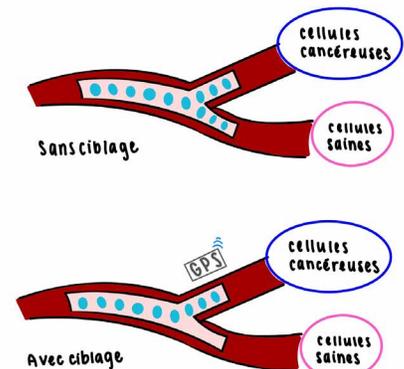


Figure 2 Bactéries transportant des nanocapsules contenant les médicaments vers la zone d'hypoxie tumorale développée. Source : Arnaud Bedrossian, dessin, 2022, Salaberry-de-Valleyfield.

Ces capsules sont des liposomes ou des polymères biodégradables. Ensuite, des anticorps sont utilisés pour que ces

nanocapsules s'attachent à des bactéries flagellées. Les bactéries sont utilisées pour se rendre aux endroits les plus petits. Elles peuvent aussi se déplacer très rapidement, soit à une vitesse de 200 micromètres par seconde (200 fois leur taille). La dernière étape consiste à insérer toutes ces bactéries dans des nanoparticules ferromagnétiques et superparamagnétiques. L'avantage, c'est qu'en plus de pouvoir les localiser en trois dimensions à l'aide de machines d'imagerie à résonance magnétique (IRM) présentes dans les hôpitaux, il est aussi possible de guider ces nanoparticules dans le corps humain avec une extrême précision. Pour administrer le traitement, il suffit d'injecter ces nanoparticules dans une artère et de les guider, grâce à l'IRM, le plus proche possible des cellules cancéreuses. Lorsque la proximité entre les nanoparticules et les cellules est optimale, les bactéries sortent des nanoparticules et sont attirées vers la tumeur. Lorsqu'elles sont au bon endroit dans la tumeur, les médicaments sont libérés et la lutte contre la tumeur peut commencer. Ce médicament administré avec une précision supérieure a pour effet de diminuer les effets associés à cette substance toxique.

Cependant, certaines tumeurs qui évoluent rapidement deviennent un obstacle majeur au traitement du cancer. En effet, ces régions grossissent tellement rapidement que leur besoin en oxygène est supérieur à ce que le sang peut fournir. Cette situation où la concentration d'oxygène est inférieure à la normale se nomme « hypoxie tumorale ». Pour rester en vie, la tumeur utilise un processus appelé l'angiogénèse. Cela consiste à créer de nouveaux vaisseaux sanguins pour compenser le manque d'oxygène. Toutefois, cela cause certains problèmes tels que des fuites à cause du type de tissu utilisé et un blocage du drainage lymphatique. Ces conséquences font en sorte d'augmenter la pression du liquide interstitiel. Cet environnement favorise la production d'acide lactique, ce qui augmente l'acidité de la région. Toutes ces raisons expliquent pourquoi les traitements traditionnels ne fonctionnent pas ; ils ciblent les cellules à croissance rapide par les voies sanguines. Cependant, ces tumeurs sont loin des capillaires sanguins. En plus, l'acidité élevée réduit l'accessibilité à la région tumorale. Cela explique pourquoi l'hypoxie tumorale est très résistante à la chimiothérapie actuelle.

La solution se trouve dans les nanorobots (les nanoparticules). En fait, il est possible de les guider avec une source magnétique

externe (une IRM). Donc, même si l'accès à la tumeur est réduit, car la distance entre les capillaires sanguins est augmentée, il est possible de les guider par la meilleure voie possible pour qu'ils soient plus proches de la tumeur. Ensuite, lorsque les nanoparticules sont à proximité de la tumeur, elles libèrent leurs bactéries. Ces dernières détectent le gradient d'oxygène et se dirigent vers la tumeur pour que les médicaments soient administrés au centre de celle-ci. Pour que les bactéries se dirigent vers la tumeur, il y a deux systèmes utilisés. D'abord, pour être dirigées par le champ magnétique, les bactéries utilisées possèdent elles aussi des nanoparticules magnétiques leur permettant de s'orienter dans un champ magnétique. Ensuite, les bactéries possèdent des capteurs du niveau d'oxygène leur permettant de cibler la tumeur. Bref, cette méthode révolutionnaire pour lutter contre le cancer utilise de nouvelles technologies d'une façon créative.^{2,3}

Pour conclure, soulignons que plusieurs traitements sont disponibles pour traiter les patients atteints d'un cancer. Toutefois, ces traitements ne sont pas toujours aussi efficaces qu'on le souhaiterait, étant donné les nombreux dommages collatéraux qu'ils causent. C'est pourquoi plusieurs scientifiques sont à la recherche de nouveaux traitements tels que celui fondé sur la nanotechnologie proposée par Sylvain Martel. Toutefois, est-ce vraiment la combinaison gagnante ou est-ce l'immunothérapie qui prendra plutôt la place de la chimiothérapie dans le futur ?

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Lee S. Traitement ciblé [Internet]. Société canadienne du cancer. [cité 10 févr 2022]. Disponible à : <https://cancer.ca/fr/treatments/treatment-types/targeted-therapy>
2. TEDx Talks. Fighting cancer with nanotechnology : Sylvain Martel at TEDxUdeM [Internet]. 2012 [cité 28 févr 2022]. Disponible à : <https://www.youtube.com/watch?v=y1fs-clBAS0s>
3. Felfoul O, Mohammadi M, Taherkhani S, de Lanauze D, Zhong Xu Y, Loghini D, et al. Magneto-aerotactic bacteria deliver drug-containing nanoliposomes to tumour hypoxic regions. *Nat Nanotechnol* [Internet]. nov 2016 [cité 31 mars 2022];11(11) : 941-7. Disponible à : <https://www.nature.com/articles/nano.2016.137>

Si le film « E. T. » a été au cœur de votre enfance bercée de rêves d'extraterrestres, sachez que le télescope spatial James Webb est peut-être sur le point de répondre à cette grande énigme : existe-t-il des formes de vie extraterrestres ?

Depuis le 24 avril 1990, le télescope spatial Hubble a comme mission d'observer les quatre coins de l'Univers et de remplir certaines tâches précises telles que cartographier la galaxie d'Andromède ou encore étudier des amas de galaxies de grande taille pour déterminer s'il y a présence de matière noire. Toutefois, depuis le 25 décembre 2021, un nouveau télescope complémentaire à Hubble a été lancé par la fusée Ariane 5 ; il s'agit du télescope spatial James Webb. Il a une masse de 6 161,4 kg, soit environ 52 fois la masse de Dwayne « The Rock » Johnson, et il a dû parcourir 1,5 million de kilomètres en 30 jours avant d'arriver à sa destination. Alors qu'Hubble peut scruter l'Univers en analysant la lumière visible et les ondes ultraviolettes, James Webb étudiera principalement les ondes infrarouges. Ces deux télescopes combinés pourront donc observer les endroits les plus éloignés de l'Univers dans diverses parties du spectre électromagnétique. Jetons un coup d'œil à ce qui rend ce nouveau télescope si spécial.

Le télescope spatial James Webb est le plus grand télescope spatial jamais lancé. En effet, son miroir principal, composé de 18 segments hexagonaux, a un diamètre de 6,5 mètres. Il permet donc de collecter plus de lumière et, de cette façon, d'étudier des corps moins brillants et situés beaucoup plus loin. Le miroir est composé de béryllium, un matériau léger et résistant. De plus, il est recouvert d'une mince couche d'or puisqu'il s'agit d'un matériau qui réfléchit bien le type d'ondes étudié par James Webb, c'est-à-dire les infrarouges. Le télescope est aussi muni d'un bouclier solaire aussi grand qu'un terrain de tennis. Ce bouclier est indispensable au fonctionnement du télescope parce qu'il protège les instruments d'optique, comme les caméras, de la chaleur et des ondes provenant de la Terre, de la Lune et du Soleil. Les instruments d'optique sont conçus pour étudier les ondes infrarouges associées à l'émission de chaleur, autrement dit les instruments cherchent à détecter de très petites sources de chaleur provenant des confins de l'Univers. Donc, pour que les résultats ne soient pas faussés, ces appareils doivent fonctionner à des températures de froid extrême, aux alentours de $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$. C'est pour cette raison que le bouclier est aussi important puisque, sans ce dernier, il est impossible d'avoir des images nettes.

Pour remplir sa fonction convenablement, le bouclier doit pouvoir résister aux températures extrêmes auxquelles il sera exposé, c'est-à-dire qu'il doit avoir une bonne stabilité thermique. C'est pourquoi le bouclier est fait en grande partie de *Kapton*, un plastique qui ne se décompose pas à des températures allant de $-269\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $400\text{ }^{\circ}\text{C}$.¹



Figure 2 Le bouclier solaire du télescope spatial James Webb. Source : Chris Gunn. Flickr [Image en ligne]. 2014 [cité 13 avr 2022]. Disponible sur : <https://www.flickr.com/photos/nasawebbtelescope/14753947223/in/album-72157629134274763/>

James Webb ne sera pas placé en orbite autour de la Terre comme Hubble et plusieurs autres télescopes spatiaux. En effet, James Webb sera en orbite autour d'un point bien particulier situé à environ 1,5 million de kilomètres de la Terre. Comment le télescope peut-il être en orbite autour d'un point « vide » ? En fait, le point autour duquel James Webb orbite est nommé *point de Lagrange L_2* . À cet endroit particulier, les forces gravitationnelles exercées par le Soleil et la Terre se combinent parfaitement pour qu'un plus petit objet, comme un télescope, garde toujours la même position autant par rapport au Soleil que par rapport à la Terre. De cette façon, le télescope peut suivre la Terre et le Soleil dans leur rotation sans avoir à utiliser beaucoup de carburant. Cet emplacement est également avantageux parce qu'il permet au bouclier solaire d'être toujours orienté dans la direction du Soleil et de la Terre. Ainsi, les instruments optiques très sensibles à la chaleur ne sont jamais exposés directement à celle du Soleil et à celle de la Terre. Cet emplacement présente un dernier avantage. En gardant toujours la même position par rapport au Soleil et à la Terre, le télescope ne se retrouve jamais dans l'ombre de cette dernière. Donc, il pourra récolter de l'information en tout temps.²

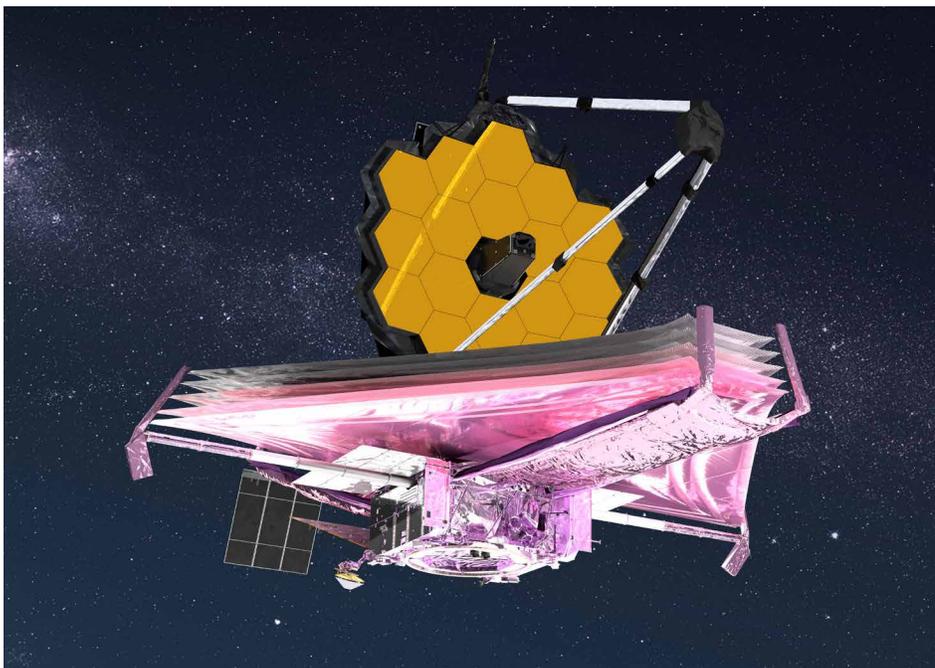


Figure 1 Télescope spatial James Webb. Source : Manrique Gutierrez A, CIL. Flickr [Image en ligne]. 2021 [cité 13 avr 2022]. Disponible sur : <https://www.flickr.com/photos/nasawebbtelescope/51412123217/in/album-72157624413830771/>

Ensuite, les recherches prévues avec le télescope James Webb se concentreront

principalement sur quatre aspects : les étoiles, l'aube de l'Univers, l'évolution des galaxies dans le temps et les exoplanètes. Pour les étoiles, les astronomes planifient d'étudier leur composition et leur cycle de vie, de leur formation jusqu'à leur mort. Ils espèrent aussi approfondir leur compréhension des naines brunes, des astres qui ont des caractéristiques propres à la fois aux planètes et aux étoiles. Ces corps célestes sont difficiles à classer, car ils ne sont pas assez massifs pour avoir une fusion nucléaire dans leur noyau comme les étoiles, mais ont une température supérieure à celle des planètes. Puisque James Webb peut observer des corps célestes situés très loin de nous, les scientifiques seront capables de regarder dans le « passé » pour observer les toutes premières galaxies formées tout juste après le big bang. En effet, la lumière voyage à une vitesse de 300 000 km/s, donc la lumière émise par un corps céleste lointain prend un certain temps à nous parvenir. Ainsi, lorsque nous observons, par exemple, une galaxie située à 13,8 milliards d'années-lumière, nous observons la source de cette lumière telle qu'elle était il y a 13,8 milliards d'années. C'est pour cela que James Webb pourra étudier les toutes premières galaxies et peut-être aussi démontrer l'existence de la matière noire dans les tout premiers instants de l'Univers. En fait, la matière noire constituerait environ 85 % de toute la matière de l'Univers et elle exercerait une attraction gravitationnelle sur la matière qui l'entoure, mais n'émettrait pas de lumière, ce qui rend son identification très difficile. De plus, les premières galaxies seront aussi comparées avec les galaxies plus près de nous afin de mieux comprendre comment elles ont évolué dans le temps. D'autres corps célestes que les scientifiques désirent étudier sont les trous noirs supermassifs présents au centre de la plupart des grandes galaxies comme la nôtre, la Voie lactée, et dont l'origine est encore débattue. Le dernier aspect sur lequel se concentreront les recherches est l'observation d'exoplanètes et de systèmes planétaires en formation. Le but principal des chercheurs en lien avec les exoplanètes est de déterminer leur composition et les conditions favorables à la vie pour essayer d'en trouver une qui s'apparente à la Terre. De plus, ils espèrent trouver des biosignatures, ce qui indiquerait la présence d'une forme de vie extraterrestre. Quant aux systèmes planétaires en formation, leur étude permettra de mieux comprendre comment notre propre système solaire s'est formé.

Le fait que James Webb soit capable d'observer la lumière infrarouge rend l'observation des corps célestes encore plus précise, car la lumière visible émise par un corps peut être absorbée par les nuages de gaz ou de poussières, alors que la lumière infrarouge l'est beaucoup moins. Cela permet au télescope de recueillir des images encore plus claires et de mieux voir à quoi ces corps ressemblent.³

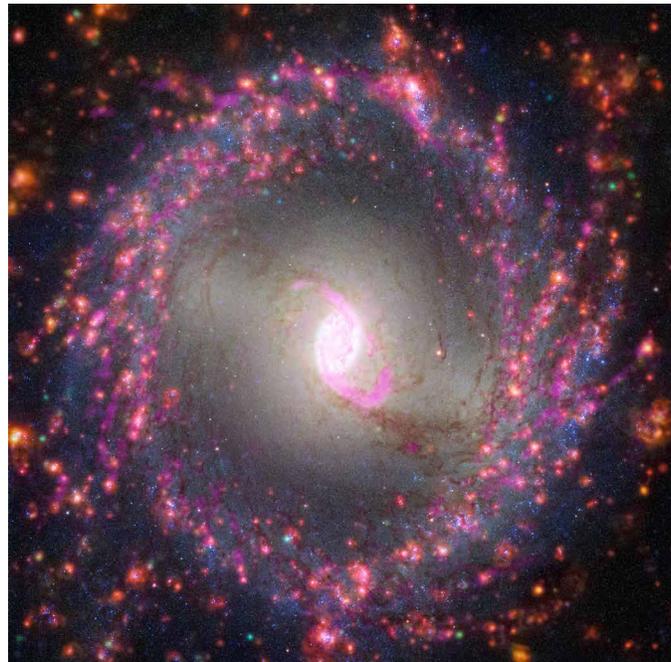


Figure 3 Image représentant la galaxie NGC 3351. Les images prises par le télescope James Webb permettront d'identifier où se forment les étoiles derrière le nuage de poussières et d'étudier les premières étapes de leur formation. Source : Joseph DePasquale. Flickr [Image en ligne]. 2022 [cité 13 avr 2022]. Disponible sur : <https://www.flickr.com/photos/nasawebbtelescope/51887651656/>

Au bout du compte,

le télescope spatial James Webb est non seulement une merveille d'ingénierie, mais également une clé pour la recherche scientifique.

Il a à son bord divers instruments à la fine pointe de la technologie, dont un bouclier solaire révolutionnaire, ainsi que des appareils optiques, qui, on l'espère, nous permettront d'étudier les confins du cosmos. Grâce à ces instruments, ce télescope pourra nous en apprendre davantage sur la création de l'Univers, la

façon dont il s'est développé et même sur de potentielles planètes habitables. Ainsi, nous serons peut-être la première génération à avoir la confirmation d'une forme de vie extraterrestre. Qu'il s'agisse de microorganismes, de bactéries, de plantes ou même d'une forme de vie plus développée, il s'agirait d'une prouesse gigantesque de la part des concepteurs de ce télescope.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. NASA. The Sunshield Webb [Internet]. JAMES WEBB SPACE TELESCOPE GODDARD SPACE FLIGHT CENTER. [cité 25 mars 2022]. Disponible sur : <https://jwst.nasa.gov/content/observatory/sunshield.html>
2. NASA. Webb Orbit [Internet]. JAMES WEBB SPACE TELESCOPE GODDARD SPACE FLIGHT CENTER. [cité 3 mars 2022]. Disponible sur : <https://webb.nasa.gov/content/about/orbit.html>
3. Space Telescope Science Institute. Science [Internet]. Webb Space Telescope. [cité 12 avr 2022]. Disponible sur : <https://webbtelescope.org/home/webb-science>



Colleg Valley
L'HISTOIRE • L'EXPERIENCE

169
CHAMPLA



Pour grandir, un arbre a besoin de minéraux. Plusieurs facteurs influencent leur taux d'absorption. L'un de ces facteurs est le pH, qui détermine si les éléments nutritifs dont l'arbre a besoin seront sous forme diluée ou solide.

Les arbres offrent plusieurs bienfaits pour nous et notre planète. Ils sont le principal constituant des forêts et sont très importants pour la majorité des écosystèmes terrestres. Que ce soit en ville ou au milieu de nulle part, les arbres ont un rôle à jouer et apportent des bénéfices majeurs. En ville, les arbres permettent d'embellir le paysage, de capter la poussière, de réduire la pollution sonore, de procurer de l'ombre ou un abri contre la pluie et constituent le matériau principal pour la construction de maisons. En forêt, l'arbre absorbe le dioxyde de carbone (CO₂) et capte ainsi une grosse quantité de carbone atmosphérique, ce qui permet de réduire les gaz à effet de serre. Les racines des arbres agissent aussi comme agent prévenant l'érosion du sol, ce qui fait indirectement diminuer la pollution des cours d'eau. De plus, les arbres permettent plusieurs activités pour nous, les humains. Effectivement, les arbres et la forêt peuvent être considérés comme attrait touristique, par exemple, autour des sentiers pédestres ou sur les terrains de camping. Finalement, les arbres sont à l'origine de milliers d'emplois au Québec et ont une valeur économique importante pour notre province et notre pays.

Après avoir mieux compris l'importance des arbres, voyons maintenant ce qui leur permet de croître. D'abord, un arbre a quatre besoins essentiels pour grandir : de l'eau, des minéraux, de l'énergie lumineuse et du dioxyde de carbone. Grâce à tout cela, l'arbre peut effectuer la photosynthèse, une réaction chimique produisant du glucose, qui lui permet de grandir. L'arbre absorbe ce dont il a besoin de différentes manières. D'abord, pour absorber l'énergie lumineuse, les plantes ont recours aux chlorophylles, qui sont de petits pigments sur la membrane de la feuille. C'est aussi, entre autres, grâce aux chlorophylles que la coloration des feuilles est verte. Ensuite, pour absorber le dioxyde de carbone, la plante utilise les stomates, qui sont de petites ouvertures, souvent situées en dessous de la feuille. Les stomates permettent les échanges gazeux entre l'arbre et l'air. C'est aussi par les stomates que la plante va rejeter le dioxygène, un des produits secondaires de la photosynthèse. Finalement, l'eau et

les minéraux sont tous deux absorbés par les racines de l'arbre. En effet, les racines des arbres n'ont pas seulement un rôle d'ancrage, elles sont aussi importantes pour aller chercher un maximum de ressources dans le sol. Au bout des racines, on retrouve des poils absorbants qu'on peut qualifier de « chevelus ». C'est grâce à ceux-ci que les racines sont capables d'absorber l'eau et les nutriments nécessaires à la croissance de l'arbre. Une autre fonction utile des racines est le stockage d'énergie, car ce sont les racines qui stockent le carbone et l'azote pendant l'hiver pour que l'arbre puisse se réveiller au printemps. Bref, grâce à ces quatre constituants essentiels, l'arbre peut effectuer la photosynthèse.

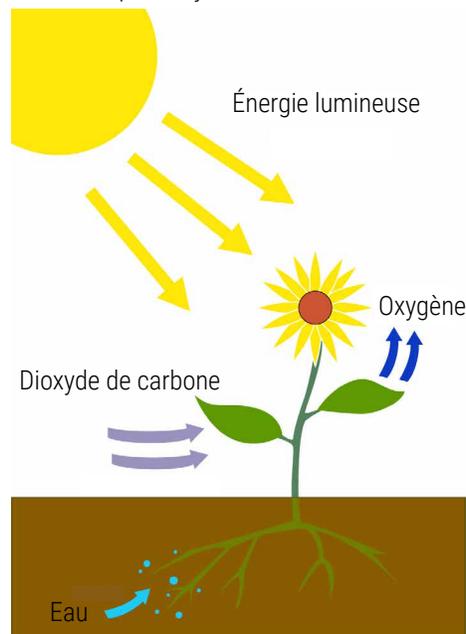


Figure 1 Un schéma simplifié de la photosynthèse des plantes. Source : At09kg, Wikipedia, The scientific process of photosynthesis [Internet]. 2011 [Consultée le 13 avril 2022] Disponible à : <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Photosynthesis.gif>

C'est lors de cette réaction que le dioxyde de carbone et l'eau produisent un glucide et de l'oxygène. Le glucide est ensuite transformé en amidon et en cellulose, qui permet à l'arbre de pousser en hauteur et en épaisseur. Tout comme les animaux, les plantes ont besoin de glucose pour vivre. La seule différence est qu'à la place de le consommer en le récoltant sur d'autres êtres vivants, elles le produisent elles-mêmes à partir du glucide.

Maintenant que nous connaissons les besoins des arbres, nous pourrions nous demander ce que viennent faire les minéraux là-dedans ! Les minéraux sont très importants pour toutes les plantes, car ils leur permettent de rester en bonne santé. Les plantes ont besoin d'une multitude de nutriments pour pouvoir grandir. Cependant, les plus importants sont l'azote, le phosphore et le potassium. Ce sont en fait les minéraux dont la plante a besoin en plus grande quantité. Le phosphore est très important pour le feuillage et les fleurs. Si une plante venait à en manquer, celle-ci verrait son feuillage prendre une teinte plus foncée et les fleurs auraient de la difficulté à se développer. C'est pourquoi la grande majorité des engrais sont constitués de phosphore, car celui-ci permet aux plantes d'avoir des feuilles et des fleurs en meilleure santé. Ensuite, le potassium est aussi très important pour les arbres, car il leur permet de mieux résister aux intempéries comme le gel, aux insectes ravageurs et aux maladies. En effet, le phosphore améliore la circulation de la sève dans l'arbre, ce qui permet d'optimiser l'alimentation en nutriments et, ainsi, de contribuer à la santé de l'arbre. Un autre nutriment essentiel aux plantes est l'azote. L'azote est un nutriment qui contribue fortement à la croissance de la plante, particulièrement à la croissance des feuilles. Il joue aussi un rôle dans la coloration verte des plantes. Plus un arbre absorbe d'azote, plus ses feuilles grandiront vite et seront vertes, ce qui aura un impact direct sur la photosynthèse, car l'arbre pourra produire plus de glucides et il grandira plus rapidement. Finalement, à part l'azote, le phosphore et le potassium, les plantes absorbent aussi d'autres éléments en moins grande quantité. C'est le cas, par exemple, du magnésium, constituant central de la chlorophylle, qui permet la photosynthèse, et du soufre, constituant des acides aminés permettant à l'arbre de développer sa structure.

Plusieurs facteurs déterminent la capacité d'un arbre à absorber les nutriments présents dans le sol. Le pH est l'un d'entre eux.

Le pH du sol est mesuré sur une échelle qui varie de 0 à 14. Cette échelle représente la concentration en ions H⁺ contenue dans le sol. Ces ions proviennent des molécules d'eau (H₂O) qui se séparent en ions H⁺ et en ions OH⁻. Puisqu'elle varie grandement, il est peu pratique d'utiliser la concentration des ions comme indicateur. Par exemple, un sol ayant un pH de 7 a une concentration de 1 x 10⁻⁷ mole par litre. Ainsi, pour simplifier la notation de l'acidité, nous utilisons une échelle logarithmique. Pour connaître le pH d'une solution, il suffit de trouver le logarithme négatif de la concentration en ions H⁺ de la solution ($pH = \log[H^+]$). Ainsi, plus la valeur s'approche d'un pH de 0, plus la solution est acide, alors que si elle se rapproche de 14, plus elle est basique.

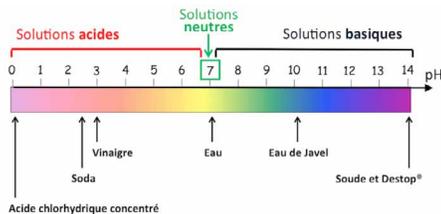


Figure 2 Représentation et exemples de l'échelle du pH. Source : Colas ANSELME, Une pincée d'atomes, [Internet] [Consultée le 13 avril 2022] Disponible à : https://une-pincee-d-atomes.pagesperso-orange.fr/cours-ph/co/l_Acide_basique_ou_neutre.html

On considère un pH de 7 comme étant neutre. Avec cette échelle logarithmique, il est plus facile de représenter différentes valeurs d'acidité. Ainsi, puisqu'il s'agit d'une échelle logarithmique, il faut prendre en compte qu'une solution de pH 10 est 100 fois plus basique (alcaline) qu'une solution de pH 8. Il serait faux de penser qu'une petite variation de pH n'est pas importante, puisqu'une simple différence de 0,3 sur l'échelle équivaut à doubler l'acidité ou l'alcalinité d'une solution.

Voyons maintenant pourquoi le pH est si important pour les arbres. Le pH est effectivement important, car il a un effet direct sur la quantité de nutriments qu'un arbre va pouvoir absorber.

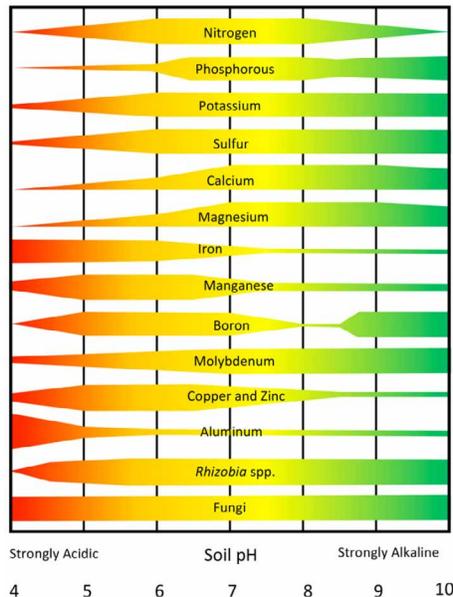


Figure 3 Représentation de la disponibilité des minéraux en fonction du pH du sol. Source : Washington State University, [Internet] [Consultée le 13 avril 2022] Disponible à : <https://www.ag.ndsu.edu/publications/crops/what-is-soil-acidity>

En effet, pour qu'un arbre puisse absorber des nutriments, ceux-ci doivent être sous forme aqueuse, c'est-à-dire dissoute dans l'eau. Cependant, chaque minéral peut seulement se dissoudre en quantité limitée dans l'eau avant que celle-ci soit saturée. Par exemple, si le pH du sol devient trop élevé, certains éléments deviennent insolubles, c'est-à-dire qu'ils ne sont plus en mesure de se dissoudre dans l'eau. Ils vont donc rester sous forme solide et les plantes ne pourront pas les absorber. Par exemple, lorsque le sol est riche en calcaire, celui-ci aura une concentration basique et les éléments auront beaucoup de difficulté à se dissoudre dans l'eau et à être absorbés par les racines des arbres. C'est pour cette raison que très peu d'espèces d'arbres sont capables de survivre et de croître dans un sol basique ; ils vont de loin préférer un sol plutôt acide. Cependant, un pH trop bas n'est pas non plus favorable, car dans ce cas ce sera d'autres éléments qui seront insolubles et qui viendront créer un déséquilibre chez la plante pouvant affecter sa croissance et sa santé. Donc, la majorité des nutriments peuvent être absorbés lorsque le pH du sol se situe entre 6 et 7. Un arbre poussant dans un sol ayant un pH à l'extérieur de ces valeurs ne pourra pas absorber tous les nutriments dont il aura besoin pour grandir et rester en santé.

Bref, les arbres et les forêts constituent une sphère très importante de notre monde. Pour pousser, un arbre a besoin d'eau, de minéraux, d'énergie lumineuse et de dioxyde de carbone, sans quoi il ne pourra pas effectuer la photosynthèse. Plus précisément, l'arbre a besoin de trois minéraux particuliers : le phosphore, l'azote et le potassium. Pour absorber ses nutriments, l'arbre a besoin d'être situé dans un sol ayant un pH entre 6 et 7 pour pousser optimalement.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Liming to Improve Soil Quality in Acid Soils [Internet]. [Cité 20 mars 2022]. Disponible à : https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_053252.pdf
2. Filiatrault, P. Revue de la littérature portant sur les rapports sol-plante en ligniculture. Réseau de ligniculture Québec, Université Laval. (Février 2008). [Consulté le 23 mars 2022]. Disponible à : http://www.rlq.uqam.ca/cartable/revue_litt/solplante2008/Revue_sol_plante_mars2008.pdf
3. Bickelhaupt, D. (2022). Soil pH: What it Means. Suny College of Environmental Science and Forestry. [consulté le 23 mars 2022]. Disponible à : <https://www.esf.edu/pubprog/brochure/soilph/soilph.htm#:~:text=The%20pH%20scale%20goes%20from%200%20to%2014,the%20soil%20is%20increasingly%20more%20alkaline%20or%20basic>

La technologie des panneaux solaires est peut-être avantageuse, mais avez-vous pensé que celle-ci peut être dangereuse pour certains insectes utiles aux humains ? En effet, les panneaux solaires présentent aux insectes aquatiques l'illusion d'un habitat favorable à la ponte de leurs œufs.

Quoi de mieux, par une chaude soirée d'été, que de se faire dorer la couenne sur le bord de l'eau ? Jusqu'à ce que les libellules sortent des quenouilles pour venir vous énerver, que les coccinelles vous chatouillent les orteils et que de tout petits insectes volent autour de votre tête ! Vous faites aller vos bras en l'air en guise de tapettes à mouches, tel un danseur de disco, puis vous décidez de changer de place tout en maudissant ces bibittes insoutenables. Et si ces insectes aquatiques disparaissaient de la surface de la Terre ? « Pas une grande perte ! », pensez-vous ? Détrompez-vous, ces insectes rendent des services très importants pour la vie et la santé des organismes vivants de nos bassins d'eau douce. Pourtant, plusieurs menaces pèsent sur ces insectes, certaines très évidentes, d'autres moins. Comment pourrions-nous menacer ces insectes par le développement de technologies de plus en plus écoresponsables ? Ce n'est que récemment que l'on a découvert que les panneaux solaires peuvent mettre en péril l'espérance de vie des populations d'insectes aquatiques. Comment ? Simplement parce que la vision particulière de ces insectes les amène à confondre les énormes champs de panneaux solaires avec un plan d'eau sur lesquels ils établiront leurs sites de ponte. Cependant, un panneau solaire n'est pas conçu pour couvrir les œufs de ces petites bestioles.

Bien que parfois exaspérants, les insectes aquatiques remplissent des fonctions bien précises qui font en sorte que tout fonctionne harmonieusement dans les lacs et les étangs. Premièrement, les insectes sont très sensibles aux changements environnementaux comme le gel, la sécheresse, les inondations et les polluants. Cela fait d'eux d'excellents indicateurs biologiques. Cela signifie que si la population d'insectes est en santé, alors l'habitat est en santé, et vice-versa. On peut donc facilement évaluer l'état général d'un plan d'eau douce simplement en observant comment se portent les populations de ces insectes. Par exemple, si la population est très petite, en déclin, et que l'on observe des insectes peu actifs,

on comprend qu'il y a eu un changement brusque dans cet environnement. Deuxièmement, ces petits invertébrés sont à la base de la chaîne alimentaire. En effet, de nombreux poissons, amphibiens et bien d'autres se régalaient d'eux. Comme on dit, le malheur des uns fait le bonheur des autres ! Troisièmement, les insectes aquatiques pondent leurs œufs à différents endroits, majoritairement dans l'eau, mais aussi dans la boue sur le rivage. Une fois écloses, les larves poursuivront leur développement jusqu'au stade de nymphe sous l'eau. C'est pendant cette période de leur vie qu'elles effectueront des fonctions fondamentales et non négligeables, telles que la filtration de l'eau. Cela assure une eau propre pour tous les organismes de ce plan d'eau. En éliminant les impuretés de l'environnement, elles jouent un rôle de décomposeur. C'est-à-dire qu'elles dégradent la matière organique du bassin et transformeront celle-ci en matière inorganique, soit sous forme de minéraux, qui servira aux autres êtres vivants de l'habitat.¹



Figure 1 Photographie d'un plan d'eau où l'on retrouve plusieurs insectes aquatiques. Source : Fietz A. Pixabay [Internet]. 2020 [cité 20 avril 2022]. Disponible sur : <https://pixabay.com/fr/photos/lac-étang-lac-de-lande-l-eau-5192354/>

Étonnamment, les nouvelles technologies vertes, telles que les panneaux solaires, ont certains inconvénients. Cette technologie moderne a des effets néfastes sur la faune, principalement sur les insectes aquatiques. Comme on l'a expliqué, les plans d'eau sont très importants pour leur reproduction. Pour repérer les étendues d'eau, ces insectes se fient aux surfaces qui réfléchissent la lumière du soleil. Les panneaux solaires reflètent la lumière solaire polarisée de la même manière

que l'eau, c'est-à-dire que les ondes lumineuses renvoyées par les panneaux oscillent dans la même direction. Il est malheureusement impossible pour les insectes aquatiques, tels que les libellules, les coléoptères ou autres, de faire la différence entre différentes surfaces réfléchissantes. Plusieurs éléments font en sorte que cette confusion devient dangereuse pour leur survie. Tout d'abord, leur reproduction sera beaucoup moins efficace. En effet, les femelles d'insectes aquatiques pondent leurs œufs sur l'eau afin que ceux-ci atteignent le fond de l'eau avant l'éclosion de la larve. Cependant, lorsque les femelles pondent leurs œufs sur les panneaux solaires en croyant que ceux-ci sont des plans d'eau, les œufs vont mourir et n'atteindront jamais le fond du lac pour éclore. Cette situation diminue drastiquement le taux de natalité et la densité de la population de ces insectes. De plus, puisque ce type de surface est très attirant pour les insectes, les prédateurs qui se nourrissent de ceux-ci voient les panneaux solaires comme un

lieu de festin. C'est principalement le cas des oiseaux, qui peuvent se nourrir plus facilement lorsque les insectes se posent sur des surfaces solides. Ils deviennent donc des proies faciles. Les panneaux photovoltaïques sont une zone de chasse pour les bergeronnettes grises, les mésanges charbonnières et même les chauvesouris. Puisque la prédation augmente, cela contribue au déclin des populations d'insectes aquatiques. Nous pouvons constater que les panneaux solaires sont avantageux pour l'avifaune (les espèces d'oiseaux) et les chiroptères (les chauvesouris), mais c'est totalement le contraire pour les insectes aquatiques qui mettent leur vie en péril en s'installant par mégarde sur ces surfaces polarisées.

Ensuite, la déshydratation des insectes est aussi une menace importante à leur survie. En s'installant sur les panneaux solaires photovoltaïques, les insectes aquatiques croient avoir accès à tout ce qu'il leur faut, incluant l'eau. Cependant, ce n'est pas l'endroit idéal pour s'abreuver. Ils peuvent donc souffrir de déshydratation, ce qui met également leur vie en danger.²



Figure 2 Illustration des panneaux solaires qui sont étrangement semblables à un plan d'eau. Source : Pinatel de Salvador C. Wikimedia commons [Internet]. 2013 [cité 20 avril 2022]. Disponible sur : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Panneaux_PhotV_Les_Mées.JPG

Les panneaux solaires peuvent donc devenir ce que l'on appelle des « pièges écologiques ». Dans certaines situations, les pièges écologiques peuvent être utiles dans le but de capturer des insectes ou des animaux jugés nuisibles, et ce, sans utiliser de produits toxiques pour l'environnement. Dans ce cas-ci,

les insectes aquatiques sont essentiels à l'équilibre des écosystèmes aquatiques et il est primordial qu'ils ne continuent pas à se faire berner par les champs de panneaux solaires.

Pour remédier à la situation, certains scientifiques se sont penchés sur la problématique. En analysant le degré de polarisation des panneaux solaires, on réalise qu'ils polarisent presque deux fois plus la lumière que l'eau, ce qui fait que les insectes sont encore plus attirés par ceux-ci. Cependant, on a également découvert que, malgré leur forte attirance pour les panneaux solaires, les insectes

évitent, en général, les panneaux fabriqués avec des bordures et du grillage blanc. Pourquoi ? Parce que ces parties blanches ne polarisent pas la lumière. Ces panneaux sont donc de 10 à 26 fois moins attirants aux yeux des insectes aquatiques.³ On a également découvert qu'en fragmentant en petits îlots les champs de panneaux solaires, on réduit leur attractivité pour les insectes. Donc, en choisissant judicieusement l'emplacement et la répartition des futurs champs de panneaux à énergie photovoltaïque, il y a une chance que les insectes aquatiques évitent ces pièges écologiques.



Figure 3 Image d'une libellule, un insecte aquatique. Source : Karits E. Pixabay [Internet]. 2020 [cité 20 avril 2022]. Disponible sur : <https://pixabay.com/fr/photos/violet-drooping-trithemis-annulata-4800725/>

En conclusion, les panneaux solaires nuisent à la reproduction des insectes aquatiques, car, aux yeux de ceux-ci, cette nouvelle technologie verte se confond facilement avec les plans d'eau. Ce problème ne semble pas nous affecter, mais c'est pourtant le cas. Les insectes aquatiques sont très importants pour nos environnements aquatiques, puisqu'ils assurent la santé de nos plans d'eau douce. Les solutions sont encore en développement, mais on peut se rassurer, car des professionnels se sont penchés sur le sujet. Les panneaux solaires sont une énergie verte intéressante, cependant, il y a encore place à amélioration...

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Les insectes aquatiques. [Internet]. Espace pour la vie. [cité 5 avril 2022]. Disponible sur : <https://espacepourlavie.ca/les-insectes-aquatiques>
2. energii solutions. Photovoltaïque et Biodiversité : Étude Bibliographique & Retours d'Expérience [Internet] Calidris Expertises environnementales ; 2019 [cité 17 février 2022]. Disponible sur : <https://www.morbihan.gouv.fr/content/download/45435/327126/file/Photovolta%C3%AFque%20et%20Biodiversit%C3%A9%20biblio%20CALIDRIS.pdf>
3. Horváth G, Blahó M, Egri A, Kriska G, Seres I, Robertson B. Reducing the maladaptive attractiveness of solar panels to polarotactic insects. *Conservation Biology: The Journal of the Society for Conservation Biology* [Internet]. déc 2010 [cité 5 avril 2022] ; 24 (6) : 1644-1653. Disponible sur : <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01518.x>

Vous êtes dans un avion et le pilote vous montre, sur l'écran de bord, la trajectoire de l'appareil. Vous observez qu'il suit une courbe au lieu d'une ligne droite, mais pourquoi ?

Vous vous êtes probablement déjà retrouvé dans cette situation : vous voyagez pour aller admirer les beaux paysages d'ailleurs et le pilote vous montre à l'écran de bord où vous êtes à ce moment. Sur cette représentation, vous voyez le chemin que l'avion a parcouru et celui qu'il prévoit suivre. Lorsque vous observez l'écran, vous avez l'impression de faire un détour.

Au lieu de simplement suivre une ligne droite entre l'endroit où vous avez décollé et votre destination, votre avion suit une trajectoire courbe. Pourquoi ?

La réponse à cette question se retrouve dans une des plus vieilles branches des mathématiques, la géométrie.

Nous apprenons, depuis le primaire et tout au long du secondaire, la géométrie euclidienne, soit la géométrie basée sur les travaux du mathématicien Euclide d'Alexandrie (4^e au 3^e siècle av. J.-C.). Cette dernière date de l'Antiquité grecque et ses théorèmes sont fondamentaux pour définir tout ce qui se retrouve sur un plan. Toutefois, la raison pour laquelle votre avion ne suit pas une trajectoire droite sur l'écran de bord s'explique par une géométrie beaucoup plus récente, datant du 19^e siècle. Nous parlons ici de la géométrie sphérique, soit la géométrie pouvant s'appliquer sur une sphère. Il est important de savoir que les règles mathématiques applicables à la sphère diffèrent de celles applicables au plan. Euclide a élaboré, au courant de sa vie, un ouvrage contenant treize livres intitulés *Éléments*. Ces derniers ont exercé une immense influence sur le monde des mathématiques. C'est dans ceux-ci qu'on explique les bases de la géométrie pla-

naire, par exemple : ce que sont un point, une droite, un angle droit, etc.

Dans le premier tome d'*Éléments*, un des postulats, c'est-à-dire une proposition si évidente qu'il n'est pas nécessaire de la démontrer, a occupé l'esprit des mathématiciens pendant près de 2000 ans à cause de son manque de netteté. C'est en essayant de prouver ce postulat que des géométries comme la géométrie sphérique ont vu le jour. On surnomme ce postulat le « postulat d'Euclide » ou, de son nom mathématique, le « postulat de l'unicité parallèle. »¹ Depuis sa publication dans *Éléments* d'Euclide, il a été reformulé afin de le rendre plus facilement compréhensible. Il s'énonce comme suit : « Pour toute droite D et point P à l'extérieur de D, il passe par P une droite parallèle à D et une seule. »

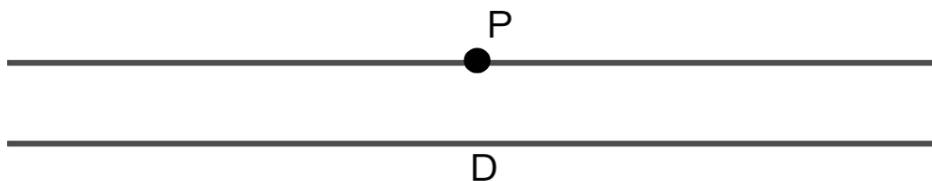


Figure 1 Illustration du postulat de l'unicité parallèle. Source : Étienne Duguay, image créée à l'aide du logiciel Geogebra, 2002, Salaberry-de-Valleyfield.

Si nous sommes dans un plan, ce postulat fonctionne. En effet, en deux dimensions, il existe seulement une droite parallèle à une droite quelconque passant par un point extérieur à cette dernière. Cependant, les mathématiciens de l'époque se sont posés les questions suivantes : « Est-ce toujours le cas ? » et « Est-ce que cet énoncé peut être appliqué universellement ? »² C'est seulement au 19^e siècle qu'une nouvelle manière de répondre à ces questions a vu le jour. Les mathématiciens, tels que Carl Gauss et János Bolyai, ont expliqué l'existence des géométries non euclidiennes, soit des géométries prouvant la négation de ce postulat. C'est le remplacement de cette déduction par un autre énoncé qui a permis la naissance de géométries telles que la géométrie sphérique. Il faut comprendre que leurs travaux sur les géométries non euclidiennes ont permis de comprendre de nombreux phénomènes touchant la navigation et l'astronomie. Considérant que notre planète a la forme d'une sphère, il devient pertinent de comprendre les lois mathématiques régissant cette forme si familière. Les mathématiciens ont donc élaboré de nombreux théorèmes applica-

bles à cette forme, tout en redéfinissant les principes de base de la géométrie sur un plan. Vous êtes probablement familier avec le système de points, de lignes et de plans de la géométrie euclidienne.³ Toutefois, afin d'expliquer la raison de la courbure dans le trajet de votre avion, il faut comprendre ce qu'il se passe sur une sphère. Effectivement, ces concepts de base changent de nature et de noms. Nous allons maintenant travailler avec un autre système de points, de grands cercles et de sphères. Vous vous demandez sûrement « Qu'est-ce qu'un grand cercle ? ». Un grand cercle est une section de la sphère contenant le diamètre de celle-ci ; il fait le tour de la sphère en passant par le plus long chemin possible. Nous pourrions aussi dire qu'un grand cercle est l'intersection entre la sphère et n'importe quel plan passant par le centre de celle-ci ; il coupe littéralement la sphère



en deux parties égales. Nous pouvons l'illustrer par la figure ci-dessous, représentant trois grands cercles.

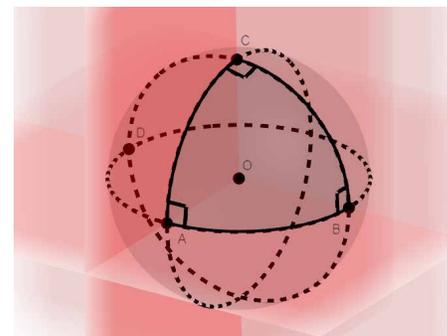


Figure 2 Représentation de 3 grands cercles sur une sphère. Source : Étienne Duguay, image créée à l'aide du logiciel Geogebra, 2022, Salaberry-de-Valleyfield.

En géométrie sphérique, un grand cercle sur une sphère est l'équivalent d'une ligne droite dans un plan. Ces grands cercles ne peuvent pas être infinis comme l'est la droite dans un plan. Aussi, deux grands cercles ne peuvent jamais être parallèles. Cela réfute directement le postulat de

l'unicité parallèle. Ce n'est peut-être pas si facile à observer, mais il faut comprendre que n'importe quels deux grands cercles tracés sur une sphère vont toujours se rencontrer en deux points, l'un à l'opposé de l'autre. Ceci est explicable puisque les plans formant ces grands cercles, en traversant la sphère, passent tous les deux par l'origine. Ils se rencontrent, par exemple, au point B ainsi qu'à un point à l'opposé de B, comme le point D. Nous pouvons également voir qu'un triangle sur une sphère est différent d'un triangle sur un plan. Dans les deux géométries, ils sont créés par la rencontre de trois lignes, mais la somme des angles d'un triangle sphérique est supérieure à 180° . Toutefois, elle demeure inférieure à 540° puisqu'autrement cela formerait seulement un grand cercle. Donc, comme sur la figure 2, avec le triangle ABC, nous pouvons voir que, si nous croisons les trois plans traversant la sphère formant les trois grands cercles à des angles de 90° , nous obtenons un triangle possédant trois angles droits. Fait intéressant, nous pouvons même prouver que la Terre est ronde à partir de ce résultat. Il suffit de prendre, par exemple, deux nageurs qui partent du même point au pôle Nord, perpendiculairement l'un à l'autre. Arrivés à l'équateur (latitude au centre de la Terre, l'équivalent d'un grand cercle), si ces nageurs décident de changer leur direction, l'un de 90° à l'est et l'autre de 90° à l'ouest, ils vont nécessairement se rencontrer. Ceci est possible puisque leur parcours aura été fait sur de grands cercles formant un triangle à trois angles droits. Nous pouvons voir cela uniquement sur une sphère grâce à la géométrie sphérique, ce qui réfute complètement la théorie affirmant que la Terre est plate.

Ainsi, pour revenir à la question initiale, c'est aussi ce qui explique en partie la trajectoire de votre avion sur l'écran de bord. Illustrons la situation d'un individu voyageant de Montréal à Paris.



Figure 3 Représentation du trajet aérien de Montréal à Paris. Source : Étienne Duguay, Rome image créée à l'aide du logiciel Maple 2021, 2022, Salaberry-de-Valleyfield.

On voit très bien qu'au lieu de directement tracer une ligne droite, l'avion suit une courbe. Si nous revenons au principe selon lequel notre Terre est une sphère, nous savons donc que les lois de la géométrie planaire ne sont pas nécessairement applicables et, conséquemment, que la ligne droite n'est pas le chemin le plus court. Effectivement, sur une sphère, la distance la plus courte entre deux points est une géodésique. Une géodésique est une partie d'un grand cercle, car deux points distincts seront toujours traversés par un grand cercle, comme l'illustre la figure 2. En effet, l'arc de cercle AB est une géodésique. Si le point A représente Montréal et le point B représente Paris, on peut affirmer qu'ils se retrouvent sur un grand cercle de la Terre. La géodésique les reliant sera le chemin le plus court entre ces deux points et c'est cette trajectoire que l'avion empruntera.

Finalement, puisque la Terre est une sphère, il est pertinent de comprendre les règles géométriques qui s'appliquent à celle-ci. Être capable de saisir ces principes géométriques nous permet de comprendre une multitude de phénomènes tels que la navigation. Maintenant, la prochaine fois que vous allez voyager et que votre compagnon vous demandera pourquoi l'avion semble faire un détour en suivant une courbe, vous allez pouvoir lui expliquer la raison avec vos connaissances sphériquement non plates !

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Norton JD. Euclid's Postulates and Some Non-Euclidean Alternatives [Internet]. Einstein for Everyone. 2022 [cité le 3 mars 2022]. Disponible sur : https://sites.pitt.edu/~jdnorton/teaching/HPS_0410/chapters/non_Euclid_postulates/postulates.html
2. Tazzioli R. LES GÉOMÉTRIES NON EUCLIDIENNES. HISTOIRE ET HISTORIOGRAPHIE [Internet]. Mathématiques. 2015 [cité le 3 mars 2022]. Disponible sur : <http://images.math.cnrs.fr/Les-geometries-non-euclidiennes-Histoire-et-historiographie.html>
3. Weisstein EW. Great Circle [Internet]. Wolfram Research, Inc. 2022 [cité le 3 avril 2022]. Disponible sur : <https://mathworld.wolfram.com/GreatCircle.html>

Les médicaments font aujourd'hui partie de nos vies lorsque nous éprouvons des problèmes de santé. Sommes-nous certains de savoir ce que les comprimés contiennent réellement ? De la caféine, de l'alcool ou du gaz peuvent-ils s'y cacher ?



Figure 1 Cette photo est une caricature de médicaments falsifiés. Source : Dessin créé à l'aide d'un logiciel iPad, 2022, Salaberry-de-Valleyfield.

De nos jours, les accidents dus à des contrefaçons de produits de notre quotidien, c'est-à-dire leurs reproductions frauduleuses, sont de plus en plus fréquents. Il est donc important de souligner que les médicaments aussi sont contrefaits, et ce, partout dans le monde. Dans les pays en développement, la gestion du secteur pharmaceutique est peu encadrée. Le peu de professionnels de la santé et le manque de connaissance des consommateurs favorisent la circulation de plusieurs types de contrefaçons pharmaceutiques, de médicaments périmés et de médicaments sans principes actifs.

Définissons d'abord ce qu'est un médicament. Selon la faculté de médecine et de pharmacie de l'université Mohammed : « Toute substance ou composition présentée comme possédant des propriétés curatives ou préventives à l'égard des maladies humaines[...] » sont des médicaments.¹ En revanche, les faux médicaments se définissent de la façon suivante : « Les contrefaçons sont des médicaments délibérément et frauduleusement étiquetés pour tromper sur leur identité et/ou sur leur origine.

L'utilisation de ces médicaments peut entraîner des échecs thérapeutiques, voire la mort».¹

Cette pratique clandestine existe depuis très longtemps, c'est-à-dire qu'elle a fait son apparition 4 siècles après Jésus-Christ. Déjà, à cette époque, les scientifiques étaient en mesure de mettre en garde la population contre les produits falsifiés. Ainsi, il y avait déjà environ 1500 traitements contrefaits en circulation.¹ Aujourd'hui, les contrefaçons se retrouvent sous différentes formes et les plus fréquentes sur le marché sont l'Aspirine, le Viagra, les antibiotiques et certains médicaments que l'on retrouve en vente libre tels que les sirops et les comprimés. Par exemple, en 2011, au Panama, plus de 100 personnes sont mortes à cause de la circulation sur le marché de 260 000 flacons de sirop pour la toux modifié avec du diéthylène glycol, un solvant industriel et un ingrédient clé des antigels. Le résultat de cette consommation a provoqué chez les patients une dysfonction des reins ainsi que du système nerveux central menant par la suite à une paralysie et à des troubles respiratoires importants.² Les médicaments circulent à l'échelle mondiale, « [ceux qui sont] contrefaits [suivent] effectivement les mêmes chemins que d'autres produits illégaux tels que le trafic de stupéfiants ». Malgré tout, l'Inde, la Chine et la Syrie sont les principaux responsables de leur production et de leur consommation. Alors, bien que ce soit un problème qui touche tous les pays, ce phénomène est principalement issu des pays en développement.

Les drames répertoriés en lien avec les

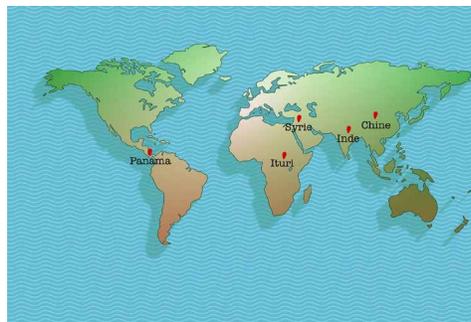


Figure 2 L'emplacement des pays producteurs des contrefaçons ainsi que des pays victimes de celles-ci. Source : Carte Mondiale Monde - Image gratuite sur Pixabay [Internet]. [cité 3 avr 2022]. Disponible sur : <https://pixabay.com/fr/illustrations/carte-carte-mondiale-monde-terre-2033939/>

faux médicaments ne sont qu'une infime représentation de leurs effets néfastes. En effet, la consommation de médicaments « [...] constitue maintenant la troisième cause de mortalité, derrière les maladies cardiovasculaires et les cancers ». À titre d'exemple, depuis décembre 2014 en Ituri, une province de la République Démocratique du Congo, plusieurs centaines de patients hospitalisés afin de traiter diverses maladies se sont fait administrer par erreur un certain médicament qui devait être le diazépam, mais qui contenait plutôt de l'halopéridol. À la base, le diazépam diminue plusieurs activités cérébrales afin de réduire l'anxiété, les spasmes musculaires ainsi que les crises d'épilepsie, tandis que l'halopéridol est un antipsychotique administré dans le but de traiter les patients schizophrènes à faible dose afin de contrôler les épisodes psychotiques. Cette maladresse a été causée par une erreur d'étiquetage causant des réactions graves pour la majorité des patients, telles que des contractions involontaires des muscles du visage, du cou et de la langue. Après l'analyse du médicament administré, soit l'halopéridol, les experts de l'OMS se sont aperçus que les comprimés étaient surdosés, à savoir 4 fois plus concentrés qu'un comprimé classique, en plus de ne pas contenir le bon principe actif. Celui-ci correspond à la substance responsable des propriétés thérapeutiques du médicament. On a confondu un médicament pour contrôler l'anxiété, soit le diazépam, et un médicament pour traiter les patients souffrant de schizophrénie, soit l'halopéridol. Ces deux médicaments sont utilisés pour traiter des problèmes de santé complètement différents, alors l'administration d'un médicament complètement erroné ainsi qu'un tel surdosage peuvent mettre en danger la santé des patients en déclenchant des psychoses ou encore des délires. Puis, ce type de contrefaçon peut provoquer un échec de traitement dû à un mauvais dosage, ou même, à une absence de principe actif. À cela peut s'ajouter une mise en danger de la santé du patient puisque les faux médicaments peuvent contenir des substances toxiques et/ou des substances étonnantes telles que des restes d'invertébrés, des poils d'animaux et du sable. Ces substances

qui ne font pas partie des ingrédients actifs du médicament sont appelées « excipients ». Ces derniers n'agissent pas sur les fonctions de l'organisme, mais ont tout de même des effets indésirables.³ Les médicaments pris par voie orale ou injectable suivent un trajet spécifique. Il convient d'aborder le cheminement des médicaments dans le corps afin de comprendre l'impact de l'administration d'un faux médicament. D'abord, le médicament administré par voie orale débute son trajet

sanguine pour se rendre à l'organe cible. Alors, au moment de la digestion des faux médicaments contenant des substances incongrues, le système digestif n'aura pas l'enzyme requis pour dégrader les différentes molécules afin de permettre leur absorption. Pour ce qui est de la voie injectable, tout débute par une injection directement dans la circulation sanguine, sans le passage par le système digestif.

En somme, les médicaments peuvent

de tracer chaque flacon.² Les innovations qui régissent et anticipent ce trafic ne cessent de s'améliorer et deviennent de plus en plus sécuritaires pour les consommateurs et les investisseurs.

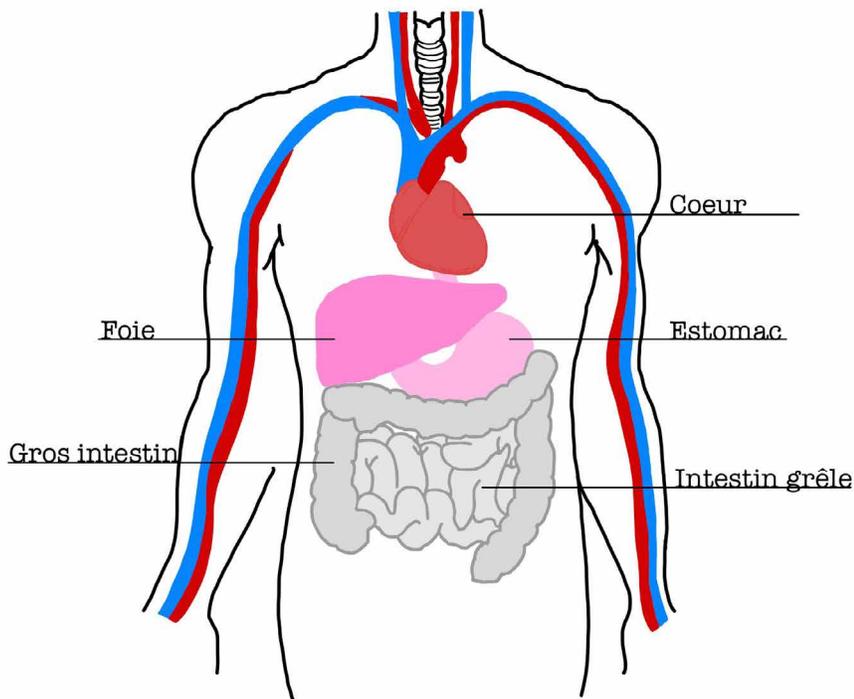


Figure 3 Sur ce schéma, il est possible d'observer les organes du système digestif participant à l'ingestion d'un médicament. Source : Dessin créé à l'aide d'un logiciel iPad, 2022, Salaberry-de-Valleyfield.

dans la bouche pour se rendre à l'estomac en passant par l'œsophage. Ensuite, il est acheminé jusqu'à l'intestin et terminera sa course dans la circulation sanguine qui transportera le médicament à l'organe cible (foie, pancréas, etc.) où il apportera le traitement désiré. Cependant, le trajet suivi par le médicament décrit précédemment est global, c'est-à-dire que le trajet qu'il emprunte varie selon plusieurs facteurs tels que sa composition ainsi que ses propriétés. Alors, la digestion d'un médicament ne fait pas nécessairement intervenir la totalité des organes du système digestif. Ceux-ci doivent avoir l'enzyme nécessaire afin de briser les liens de la molécule du médicament pour réduire sa taille et la transformer afin qu'elle puisse emprunter la circulation

augmenter les chances de guérison tout comme ils peuvent nuire à la santé des consommateurs dans les pays où il y a une mauvaise gestion pharmaceutique. Sachant maintenant les risques que circulent de faux médicaments dans le monde et les impacts financiers de ce trafic, les compagnies pharmaceutiques ont développé plusieurs outils afin de pouvoir identifier, authentifier et tracer leurs produits tout au long de la chaîne de distribution. Un exemple de ces nouveaux moyens a été mis en place par le laboratoire Pfizer sur un des produits vedettes, le Viagra. Pour en prévenir la contrefaçon, on lui associe un code-barre de type RFID, soit la méthode d'identification à distance à l'aide de radiofréquences (traduit de l'anglais : *Radio Frequency Identification*) afin

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Faraj PA, Berbich PA, Lazrak PB, Chkili PT, Alaoui PMT, Belmahi PA. UNIVERSITE MOHAMMED V DE RABAT FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE - RABAT. Médecine Interne. : 142.
2. Plançon A. Faux médicaments un crime silencieux. Les Éditions du Cerf. 2020. 325 p.
3. Le Blanc S. Augmentez vos chances de guérison : Guide d'accompagnement dans le système de santé [Internet]. Presses de l'Université Laval ; 2019 [cité 31 mars 2022]. Disponible sur : <https://cyberlibris-valleyfield.proxy.collecto.ca/catalog/book/doi/88872089?searchterm=m%C3%A9dicaments%20p%C3%A9rim%C3%A9s>

POISSONS RADIOACTIFS AU MENU ?

Gabrielle Bédard, Thomas Daigneault-Reid et Victoria Proulx

Un séisme de magnitude 9 survient le 11 mars 2011 à 80 km au large des côtes nord-est de l'île Honshu, au Japon. Ce séisme a été causé par la plaque tectonique du Pacifique qui a plongé sous la plaque eurasiennne et a créé un immense tsunami qui a déferlé sur les côtes du Japon. À 145 km de l'épicentre du séisme se trouve la centrale nucléaire de Fukushima-Daiichi sur laquelle se dirige une vague énorme.¹

dit aussi ceinture de feu ! En effet, le Japon fait partie de la ceinture de feu, un énorme chaînon volcanique. Les séismes et les volcans sont intimement liés. Lors de la collision de deux plaques tectoniques, la plus dense plonge sous la plus légère et s'enfonçe vers la chaleur intense du manteau terrestre. Dans le cas du Japon, la plaque océanique du Pacifique s'enfonçe sous les plaques tectoniques des Philippines et de l'Eurasie pour ensuite être digérée par les températures

encore... un séisme ! Certains tsunamis sont formés par un soulèvement du fond marin, ce qui engendre un gonflement de la masse d'eau à cet endroit. Au moment du renflement, la vague perçue en surface est semblable à celle que l'on observe lorsqu'on jette un caillou à l'eau ! Au large la vague n'est pas très impressionnante, mais elle se déplace à grande vitesse.

En s'approchant des côtes, là où la profondeur d'eau diminue, la vague se comprime et peut atteindre jusqu'à 30 mètres de hauteur.²

Saviez-vous qu'au Japon les réacteurs nucléaires sont très nombreux ?

En 2011, le pays est secoué et le réseau électrique, bousillé. Le Japon se sait vulnérable aux séismes, il a prévu le coup. Si l'électricité ne peut plus refroidir les réacteurs, les génératrices prennent la relève, mais, désastre, le tsunami les submerge ! Au cœur de la centrale, la température augmente à une vitesse fulgurante ; des réacteurs sont sur le point d'exploser. Afin de restaurer l'équilibre, une partie des eaux radioactives est rejetée directement dans le Pacifique. Mais à quel prix ?

Ce déversement radioactif dans l'eau de l'océan Pacifique n'est pas resté immobile, car les océans sont dynamiques. Ils forment un grand cycle qui prend environ 1000 ans pour faire une boucle complète. Nous pouvons en conclure que les déchets radioactifs déversés dans l'océan Pacifique auraient, éventuellement, fait le tour de la planète si la demi-vie de ces déchets radioactifs était plus longue que 1000 ans. Un tel déversement aurait pu avoir de nombreux impacts négatifs sur les différents écosystèmes marins et autres. Les océans couvrent la majorité de la surface de notre planète, soit 70 %, et ce réservoir énorme agit comme un régulateur très important. Deux grands facteurs expliquent cette régularité : les températures atmosphériques et la salinité. En gros, les océans se déplacent, les masses d'eau chaude vont vers les latitudes polaires et les masses d'eau froide vers les zones équatoriales et tropicales.



Figure 1 Carte représentant le séisme qui s'est produit à Fukushima-Daiichi en 2011. Ce schéma illustre le pays du Japon. Il montre plus spécifiquement où l'épicentre du séisme était situé ainsi que sa magnitude. Nous pouvons également apercevoir les dommages radioactifs causés par la centrale nucléaire. Source : Dörrbecker M. Wikimedia commons [Internet]. 2011 [cité 20 avril 2022] Disponible sur : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:JAPAN_EARTHQUAKE_20110311.png

Les séismes n'ont pas une répartition aléatoire sur la planète. Le Japon se situe en plein cœur d'une zone d'activité sismique importante. Notamment, ce pays se trouve aux abords des plaques convergentes des Philippines, de l'Eurasie et du Pacifique, qui sont constamment en mouvement. Lorsque ces plaques s'entrechoquent un peu trop, l'énergie emmagasinée par la friction est libérée brusquement entraînant le déclenchement d'un tremblement de Terre parfois très puissant.¹ Qui dit collision d'énormes plateaux rocheux

extrêmes des profondeurs de la Terre. Au cours de cette digestion colossale, des portions de la plaque du Pacifique remontent vers la surface sous forme de magma, perçant la croûte terrestre et émergeant sous forme de volcans. Comme les séismes et les volcans, les tsunamis n'ont pas une répartition aléatoire sur la planète. En effet, les tsunamis peuvent être générés par de nombreux événements sismiques tels qu'un glissement de terrain sur un fond océanique, une éruption volcanique sous-marine ou

Ces échanges permettent donc de réguler les températures atmosphériques. En effet, les courants de surface peuvent atteindre de grandes profondeurs, car leur mouvement est contrôlé par les changements de température et de salinité des masses d'eau. Plus la salinité de l'eau augmente, plus cette eau devient dense et lourde. Ainsi, puisqu'une masse d'eau froide est plus dense, elle glissera sous une masse d'eau chaude de plus faible densité. Les eaux froides se déplacent donc vers le fond. C'est pour cette raison qu'on observe des boucles : les eaux froides arrivant du pôle Nord plongent vers les profondeurs tout le long de l'océan Atlantique, traversent l'océan Indien, pour remonter dans le Pacifique-Nord où elles se réchaufferont à la surface tout au long de leur chemin pour se refroidir à nouveau au pôle Nord, plus précisément dans l'Atlantique-Nord. La circulation thermohaline représente le cycle important de la circulation océanique à l'échelle mondiale.²

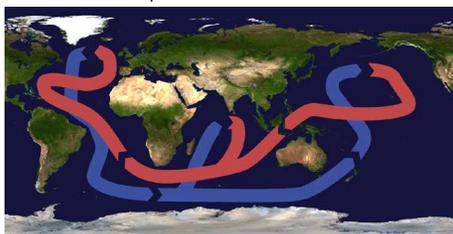


Figure 2 Boucle montrant la circulation thermohaline. Cette image illustre la boucle reliant les courants de profondeur pour les masses d'eau froide (en bleu) et celles d'eau chaude (en rouge). Source : Brisbane Wikimedia Commons [Internet]. fév 2009 [cité 20 avril 2022]. Disponible sur : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Thermohaline_circulation.png

Le déversement d'eaux radioactives dans les océans nous amène à des questionnements quant aux dangers que cela peut représenter pour la vie sur Terre. Le césium 137, présent dans ces eaux radioactives, est un élément radioactif dont la demi-vie, c'est-à-dire le temps que prend cet élément pour que sa quantité initiale de noyaux radioactifs diminue de moitié, est de 30 ans. Dans notre environnement, c'est considérable, car les espèces vivantes peuvent l'absorber et une grande quantité de ce césium radioactif s'est retrouvée dans l'océan à la suite du déversement en 2011.

Et si le poisson que je mange est radioactif, que va-t-il m'arriver ?

D'une part, il est important de mentionner que chaque pays impose des normes

quant à la limite de concentration en césium radioactif qu'un organisme, mis sur le marché pour la consommation, doit respecter. À la suite de l'incident nucléaire, le Japon a abaissé la norme permise de concentration d'éléments radioactifs, passant de 500 becquerels (Bq) pour 1 kg de poisson à 100 Bq/kg. Notons que c'est largement inférieur à la norme imposée par les États-Unis, qui est de 1200 Bq/kg. En 2011, environ 60 % des produits issus de la pêche dépassaient la limite établie par les autorités japonaises. Toutefois, 4 ans plus tard, en avril 2015, ce pourcentage avoisine déjà 0 %, correspondant à moins de 5,0 Bq/kg!³ N'est-ce pas intrigant que, seulement 4 ans après un incident nucléaire majeur, les conséquences sur les espèces marines ne semblent plus déranger les pêcheurs ? Ont-ils choisi des lieux de pêche différents ?

L'incident nucléaire de Fukushima-Daiichi est relativement récent et les conséquences sur la biodiversité sont encore très difficiles à prédire. Si certaines informations ne sont peut-être pas divulguées, d'autres sont complexes à analyser. En effet, selon la taille de l'organisme, son alimentation, sa niche écologique, etc., la vitesse d'assimilation et d'élimination des déchets radioactifs varie. En d'autres mots, pour évaluer les conséquences de l'accumulation de césium radioactif dans l'eau, il faut étudier une petite population et ses interactions avec son milieu à un endroit donné.

Une étude a donc été réalisée avec des souris afin d'observer les conséquences de l'absorption du césium (Cs 137) par ingestion contrôlée ! Notons que, lors de cette expérience, les souris n'étaient pas exposées à du rayonnement radioactif ; l'exposition externe a des conséquences différentes sur l'organisme. Le test consistait plutôt à comparer un groupe de souris buvant de l'eau non contaminée et un autre groupe s'abreuvant d'une eau radioactive concentrée à 100 Bq de césium 137 par millilitre. Une souris s'abreuvant à l'eau radioactive ingérait approximativement 440 Bq par jour. Pour un humain, cela correspond à 100 000 Bq dans une bouteille d'eau de 1L ! On a alors remarqué que le césium radioactif s'accumule rapidement et en grande quantité dans les muscles des petits rongeurs contaminés. En 18 jours, on a retrouvé 150 Bq par gramme de tissu musculaire. Fait intéressant : 35 jours après la cessation de l'expérimentation, une bonne partie du césium radioactif accumulé avait presque

totallement disparu de l'organisme des souris. Si une souris vit en moyenne 2 ans et qu'un humain vit en moyenne 80 ans, alors 35 jours pour le rongeur correspondent à 4 ans pour un humain.

Quelques résultats de l'expérience :

On a pu observer, chez les souris contaminées, un taux d'antioxydant plus faible. Les antioxydants sont responsables de la protection des cellules. Conséquemment, des dommages causés à l'ADN ont été observés plus fréquemment dans le groupe infecté. N'imaginez cependant pas qu'un 3^e œil ou une 5^e patte se sont développés ! Par contre, le taux de petites tumeurs à l'intestin était plus élevé chez les rongeurs « traités » au césium radioactif. Fait surprenant, on a observé, dans ce même groupe radioactif, une croissance des cancers pulmonaires moins élevée que chez le groupe buvant de l'eau non polluée.³ Ne vous effrayez donc pas trop. Il est très peu probable qu'au restaurant ou à l'épicerie vous tombiez nez à nageoire avec un poisson hautement radioactif ! En tout cas, pas tout de suite.

Si l'incident est encore peut-être trop récent pour en connaître toutes les retombées sur la biodiversité, il va de soi qu'un déversement d'éléments radioactifs dans l'océan n'est nullement bénéfique. Rappelons que le Japon est une zone vulnérable aux séismes dévastateurs et aux tsunamis ravageurs. Pourtant, les côtes du Japon sont parsemées de centrales nucléaires. Et si, bientôt, la vague frappait de nouveau, mais cette fois... plus fort ?

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Herviou K. FUKUSHIMA-DAIICHI CATASTROPHE NUCLÉAIRE DE. [Internet]. Universalis.edu. [cité 1 mars 2022]. Disponible sur : https://universalis-valleyfield.proxy.collecto.ca/encyclopedie/catastrophe-nucleaire-de-fukushima-daiichi/#_L_27731
2. Bourque P-A. Planète Terre [Internet]. 2010 [cité 11 avr 2022]. Disponible sur : http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/intro.pt/planete_terre.html
3. Fukumoto M. Low-Dose Radiation Effects on Animals and Ecosystems. Springer Link [Internet]. 2020 [cité 14 mars 2022]. Disponible sur : <http://link.springer.com/10.1007/978-981-13-8218-5>

QUAND LES BACTÉRIES RÉPLIQUENT : Thalie Hébert et Coralie St-Aubin

UNE HISTOIRE D'ANTIBIORÉSISTANCE

Alors que la prise d'antibiotiques est de plus en plus banalisée, la résistance bactérienne, elle, reste bien peu connue. À l'origine de l'inefficacité d'un nombre grandissant d'antibiotiques, cette résistance permet l'émergence d'infections de plus en plus difficiles à traiter.

La découverte des antibiotiques est l'une des découvertes médicales les plus révolutionnaires de l'Histoire. Cette innovation majeure a rendu possible le traitement de nombreuses infections jusqu'alors considérées incurables. Mais les antibiotiques ne sont malheureusement pas infaillibles. Récemment, de plus en plus de bactéries développent une résistance aux antibiotiques utilisés pour combattre les infections qu'elles provoquent. Cela force les chercheurs à trouver de nouvelles molécules, un processus long et très complexe. La bactérie *Neisseria gonorrhoeae*, l'agent pathogène à l'origine de la gonorrhée, est un organisme qui développe très rapidement une résistance aux traitements qu'on lui impose. Bien que cette infection soit curable, elle peut avoir de graves conséquences lorsqu'elle n'est pas traitée, notamment l'infertilité.¹ Cet article vous aidera à comprendre comment *N. gonorrhoeae* arrive à déjouer les antibiotiques. Voyons d'abord quel est le traitement actuel contre la gonorrhée et comment la molécule agit sur la bactérie.

Le traitement contre la gonorrhée

À ce jour, la ceftriaxone est le traitement le plus récent et le plus efficace contre la gonorrhée. Cet antibiotique appartient à la classe des céphalosporines, qui regroupe des antibiotiques s'apparentant entre autres aux pénicillines. Les céphalosporines, les pénicillines et les autres antibiotiques apparentés font partie de la famille des β -lactamines. Toutes les molécules de cette famille ont une caractéristique commune : elles renferment un cycle β -lactame, c'est-à-dire un cycle se composant d'un atome d'azote et de trois atomes de carbone. L'un des deux atomes de carbone adjacents à l'atome d'azote effectue une liaison double avec un atome d'oxygène.¹⁻²

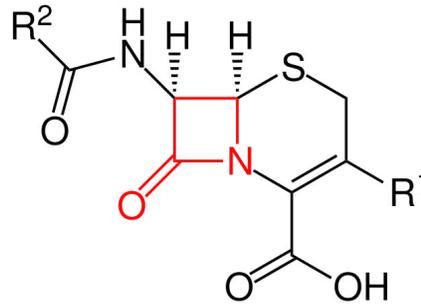


Figure 1 Structure générale d'une céphalosporine. Le cycle β -lactame est tracé en rouge, et les éléments R1 et R2 représentent des groupes d'atomes qui varient d'une céphalosporine à l'autre. Source : Jü. Wikimedia commons [Internet]. 2017 [cité 6 avril 2022]. Disponible sur : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cephalosporines_General_Formula_V1.svg?uselang=fr

Le cycle β -lactame est particulièrement important pour le fonctionnement des antibiotiques parce qu'il imite un constituant des bactéries, le dipeptide D-alanine-D-alanine. Ce dernier intervient dans la fabrication de la paroi cellulaire, une membrane rigide qui recouvre la membrane plasmique des bactéries. Ces dernières fabriquent elles-mêmes leur paroi cellulaire à partir de chaînes de glycane (longues molécules linéaires, chacune constituée, entre autres, d'un dipeptide D-alanine-D-alanine) qu'elles assemblent en un réseau qui les protège. Sans cette paroi, les bactéries sont vulnérables aux changements physiques et chimiques de leur environnement externe. Par exemple, la paroi cellulaire constitue une barrière qui empêche le passage de certaines molécules toxiques prévenant ainsi les dommages que de telles molécules causeraient à la cellule bactérienne. Comme nous l'avons vu plus tôt, le dipeptide D-alanine-D-alanine est un constituant de la paroi cellulaire. En fait, chaque chaîne de glycane possède un D-alanine-D-alanine. C'est grâce à ceux-ci que les chaînes de glycane peuvent se lier à certaines protéines situées sur la membrane plasmique afin d'être intégrées à la paroi cellulaire. Comme les antibiotiques de la famille des β -lactamines possèdent des cycles β -lactame, qui imite le dipeptide, ils peuvent eux aussi se lier aux protéines de la membrane plasmique. Parce qu'elles sont la cible des β -lactamines, dont la classe la plus connue est celle des pénicillines, ces protéines sont appelées « protéines liant les pénicillines » (PLP). Ainsi, en se liant aux PLP, les β -lactamines empêchent la fabrication de la paroi cellulaire. Cela provoque la mort de la bactérie

et permet d'enrayer l'infection.²

La riposte des bactéries

Maintenant que nous connaissons mieux la structure de l'antibiotique ceftriaxone et son effet sur la bactérie *N. gonorrhoeae*, observons les mécanismes qui régissent son acquisition d'une résistance bactérienne. D'abord, les bactéries peuvent développer une résistance aux antibiotiques auxquels elles sont exposées. Par exemple, parmi toute la population de *Neisseria gonorrhoeae*, certains individus peuvent posséder une caractéristique qui les rend moins vulnérables à un antibiotique en particulier.

La sélection naturelle fait donc en sorte que ces bactéries « améliorées » résistent au traitement.

Comme elles vivent plus longtemps, elles ont plus de descendants auxquels elles transmettent la caractéristique qui les rend plus tolérantes et donc plus aptes à survivre. Peu à peu, cette caractéristique se retrouvera chez de plus en plus d'individus de l'espèce, et l'efficacité de l'antibiotique diminuera : la population de bactérie *N. gonorrhoeae* devient résistante. L'apparition de caractéristiques favorables se fait aléatoirement. Une mutation, c'est-à-dire une altération de l'ADN, est souvent en cause. L'ADN est comme un grand livre de recettes qui contient toutes les informations dont la bactérie a besoin pour fabriquer ses protéines, des molécules qui déterminent la plupart de ses caractéristiques. L'ADN se compose de gènes, soit les recettes qui dictent la composition de chacune des protéines. C'est sur ces dernières que se manifestent les effets des mutations. La capacité des bactéries à se reproduire très rapidement et à échanger des portions de leur ADN permet à un nombre exponentiel de bactéries d'acquies ces mutations. C'est ce qui explique la rapidité avec laquelle certaines bactéries développent une résistance aux antibiotiques.³

La surproduction de β -lactamases est le principal mécanisme de résistance chez les bactéries comme *Neisseria gonorrhoeae*. Les β -lactamases sont des enzymes, c'est-à-dire des protéines dont le rôle est d'accélérer une réaction chimique. La production de β -lactamases, comme celle de toutes les protéines, est dictée par l'ADN. Ainsi, chez la plupart des bactéries, peu de ces enzymes sont produites, car les gènes qui les codent sont naturellement réprimés, presque dormants. Toutefois, des mutations aléatoires sur ces gènes peuvent les « réveiller » et entraîner une hausse de la production de β -lactamases.

Il existe de très nombreux types de β -lactamases puisque les différentes espèces bactériennes ne possèdent pas nécessairement les mêmes. Par exemple, *Neisseria gonorrhoeae* a développé des β -lactamases ayant la capacité d'attaquer les pénicillines et les céphalosporines, deux classes d'antibiotiques qui ont été utilisées pour traiter la gonorrhée. La liaison des enzymes β -lactamases aux antibiotiques β -lactamines est très semblable à la liaison des antibiotiques β -lactamines aux PLP.

une molécule d'eau réagit avec celui-ci. Cela permet de régénérer l'enzyme β -lactamase tout en libérant l'antibiotique dont le cycle a été rompu. Comme le cycle β -lactame est ce qui permet à l'antibiotique de se lier aux PLP et de ralentir la fabrication de la paroi cellulaire, son bris rend la molécule inoffensive pour la bactérie. De telles enzymes réduisent donc considérablement l'efficacité d'antibiotiques comme la ceftriaxone et la pénicilline.³ Conséquemment, il est avantageux pour une bactérie de produire une grande quantité de β -lactamase.

Une lueur d'espoir

La résistance bactérienne est le sujet de nombreuses recherches scientifiques qui ont pour objectif de trouver des moyens de préserver l'efficacité des antibiotiques. L'une des solutions que les chercheurs ont trouvées consiste à coupler l'utilisation d'inhibiteurs de β -lactamases à la thérapie antibiotique. Les inhibiteurs de β -lactamases, comme leur nom l'indique, sont des molécules qui ont la capacité de désactiver les β -lactamases. Cela signifie qu'ils empêchent ces enzymes d'endom-

actuellement la dernière monothérapie envisageable contre la gonorrhée ; cependant, les premiers cas de résistance à la ceftriaxone chez *N. gonorrhoeae* sont apparus il y a déjà 13 ans.¹ Bien qu'il serait idéal de découvrir une nouvelle molécule permettant de traiter la gonorrhée, il est également essentiel d'adopter des mesures préventives pour limiter le nombre d'infections. La gonorrhée étant une infection transmise sexuellement et par le sang (ITSS), elle constitue encore un sujet délicat, voire tabou. De nombreux patients atteints d'ITSS ont honte de leur condition ou craignent la réaction de leurs proches. Ils sont également plus susceptibles de refuser ou de mal prendre un traitement, ce qui peut contribuer au développement de nouvelles résistances. Sensibiliser la population à l'importance d'avoir des relations sexuelles protégées et s'appliquer à défaire les préjugés entourant les ITSS seraient donc sans doute de bons points de départ pour diminuer le nombre de cas de gonorrhée. Malheureusement, la guerre contre la résistance bactérienne s'étend à de nombreuses bactéries autres que *N. gonorrhoeae* et est loin d'être gagnée. De nombreuses mesures, tant pour sensibiliser la population que pour découvrir de nouveaux traitements, devront être mises en place à plus grande échelle pour vaincre la résistance bactérienne.

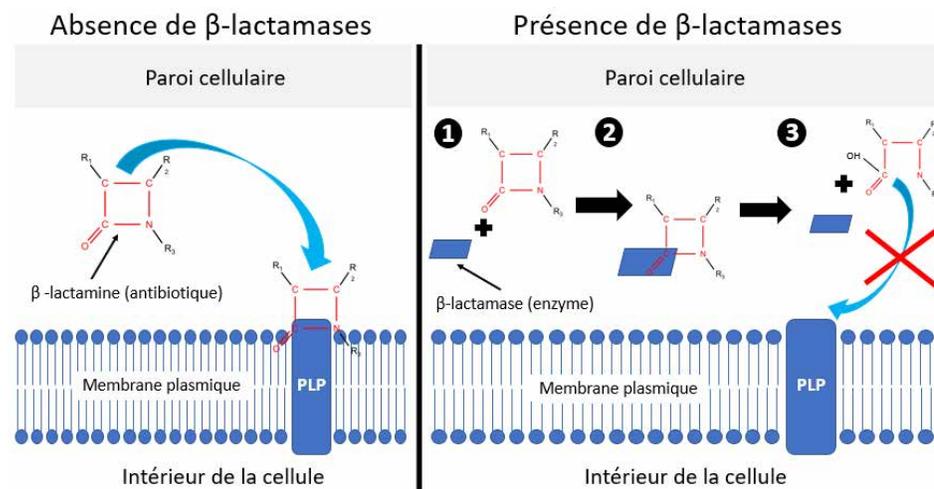


Figure 2 Effet des β -lactamases sur l'efficacité de l'antibiotique. À gauche, l'absence de β -lactamases permet à l'antibiotique de se lier aux PLP. À droite, l'enzyme brise le cycle β -lactame de l'antibiotique et l'empêche de se lier aux PLP. Source : Thalie Hébert, image réalisée à l'aide du logiciel PowerPoint, 2022, Salaberry-de-Valleyfield.

En effet, le site actif des β -lactamases, c'est-à-dire la portion de l'enzyme qui se lie à l'antibiotique, effectue une liaison avec le cycle β -lactame de la molécule d'antibiotique. Toutefois, la réaction ne s'arrête pas là. Après s'être lié au cycle, le site actif de l'enzyme coupe la liaison entre l'azote et le carbone portant l'oxygène, provoquant ainsi la désintégration du cycle. Une fois le cycle β -lactame brisé,

mager les antibiotiques, qui peuvent alors remplir leur rôle : entraver la fabrication de la paroi cellulaire. Ces molécules procurent une solution de remplacement à la découverte de nouveaux antibiotiques, un processus particulièrement laborieux.³

Bref, *Neisseria gonorrhoeae* a déjà développé une résistance à plusieurs antibiotiques. La ceftriaxone représente

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Unemo M, Seifert HS, Hook EW, Hawkes S, Ndowa F, Dillon J-AR. Gonorrhoea. *Nature Reviews Disease Primers* [Internet]. nov 2019 [cité 31 mars 2022];5(1) : 1-23. Disponible sur : <https://www.nature.com/articles/s41572-019-0128-6>
2. Sarkar P, Yarlagadda V, Ghosh C, Haldar J. A review on cell wall synthesis inhibitors with an emphasis on glycopeptide antibiotics. *Medchemcomm* [Internet]. janv 2017 [cité 3 mars 2022];8(3) : 516-33. Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6072328/>
3. Drawz SM, Bonomo RA. Three Decades of β -Lactamase Inhibitors. *Clinical Microbiology Reviews* [Internet]. janv 2010 [cité 7 mars 2022];23(1) : 160-201. Disponible sur : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2806661/>

CONCOURS PHOTOS



NOS SAUVEURS

Jolyan Gagnard, 17 mai 2021, Coteau-du-Lac.

Dans cette image, on peut observer le principe essentiel de la pollinisation d'un pommier. En effet, cette petite abeille accumule du pollen sur ses pattes velues et le transporte de fleur en fleur, ce qui est nécessaire à la survie de plusieurs espèces de plantes. Saviez-vous que les pollinisateurs sont responsables de près du tiers des végétaux que les humains consomment ?



L'ESTUAIRE DU FLEUVE SAINT-LAURENT

Maude Champagne-Péladeau, 4 septembre 2021, Îles-aux-Grues.

Prenez une grande inspiration ! Ah ! on peut sentir l'air salin d'ici ; quel parfum agréable ! Voici une photo de l'estuaire du fleuve Saint-Laurent, là où se mêlent l'eau douce et l'eau salée. Plusieurs plantes poussent au bord de cet estuaire ; ces végétaux sont des halophytes. Elles ont la capacité de vivre dans cette eau salée. On s'intéresse à elles pour leurs propriétés nutritionnelles et elles entrent aussi dans la composition de produits cosmétiques. Le Québec regorge de paysages magnifiques ; sa faune et sa flore méritent notre attention.



GOUTTES DE PLUIE DÉPOSÉES SUR UNE PORTE VITRÉE

Myrellia Decoste, 21 avril 2021, Beauharnois.

On peut voir dans ces gouttes le reflet des objets se trouvant derrière elles ainsi qu'un phénomène de réfraction. Je trouve d'autant plus beau l'écoulement sur la vitre de certaines gouttes qui présentent des géométries complexes que l'on peut aussi observer dans le phénomène météorologique des éclairs.

ARMAND FRAPPIER

PÈRE DE LA MÉDECINE PRÉVENTIVE

Le Cégep de Valleyfield - milieu d'inspiration - pour Armand Frappier microbiologiste, professeur et chercheur dont l'héritage scientifique dans la lutte contre les maladies infectieuses est reconnu mondialement.

1904

Naissance
Salaberry-de-Valleyfield

1924

Inscription à la Faculté de médecine
Université de Montréal

1939 - 1945

Développement d'un vaccin
Antitétanique et antidiphthérique qui est envoyé sur les champs de bataille.

Sérum humain desséché
Présentation au Consul de France pendant la guerre.

1957

Vaccins contre les maladies virales
Dr Frappier développe deux vaccins contre les maladies virales qui menacent la santé publique, soit la grippe et la poliomyélite.

1969

Reçu compagnon de l'Ordre du Canada
pour sa contribution à l'amélioration de la santé publique.

1974

Retraite

1918-1924

Études
Séminaire de Valleyfield

1938

Institut de microbiologie et d'hygiène
Dr Frappier fonde l'Institut de microbiologie et d'hygiène de Montréal. Elle sera rebaptisée Institut Armand-Frappier en 1975. C'est dans ces laboratoires qu'Armand Frappier effectue ses travaux de recherche sur la souche atténuée du BCG (vaccin contre la tuberculose) ramenée de France. L'Institut est maintenant annexé à l'Institut national de la recherche scientifique (INRS).

1946 - 1949

Vaccination populations autochtones
du nord du Québec contre la tuberculose. L'épidémie qui sévit est alors enrayerée.

1964

Reception du Doctorat honoris causa
Université de Paris

1970

Prix de l'œuvre scientifique



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^{re} session

PERSPECTIVES UNIVERSITAIRES

ACTUARIAT | ARCHITECTURE | BIOCHIMIE | CHIROPRATIQUE | 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.colval.qc.ca/visiter-le-cegep



communication@colval.qc.ca