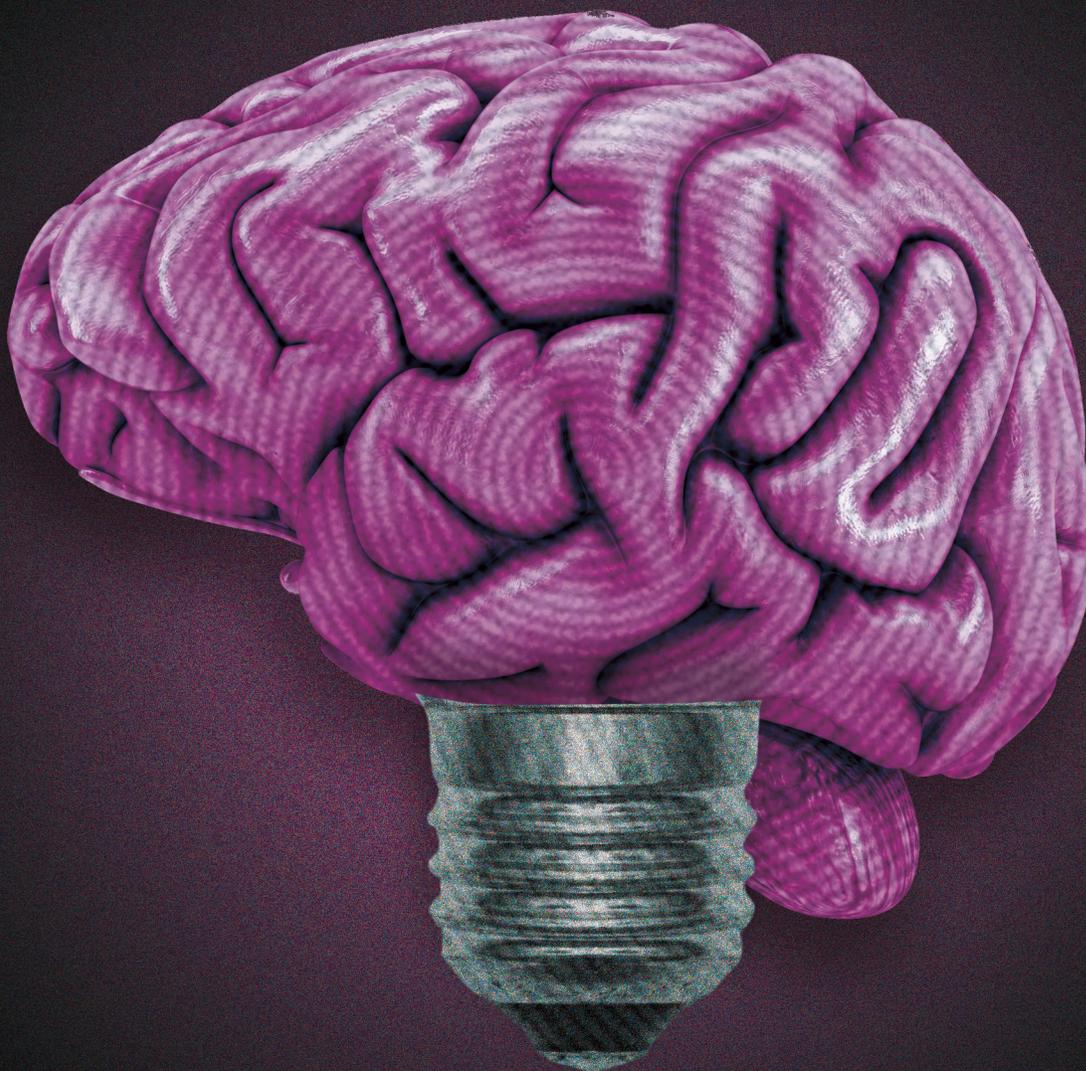


VULGARISER POUR INSPIRER!



2023

VULGARISATION
SCIENTIFIQUE

2024

RÉFLEXIONS SUR LA VULGARISATION

ESSAIS DES FINALISTES



*Pierre Fitzgibbon
Le ministre de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie,
ministre responsable du Développement économique régional
et ministre responsable de la Métropole et de la région de Montréal.*

Une relève forte, inspirante et allumée

La vulgarisation scientifique n'est pas un exercice simple. Elle requiert un bon esprit de synthèse et d'analyse. Le gouvernement est donc fier de contribuer au concours *Vulgariser pour inspirer!* par l'entremise du programme NovaScience. Ce programme vise à promouvoir la culture scientifique. Il soutient les projets qui aident la nouvelle génération à développer des compétences en science et en recherche.

Je félicite les jeunes qui ont osé s'inscrire au concours et trouvé les mots justes pour expliquer des phénomènes fascinants. J'ai été ravi de voir les sujets récompensés, et je salue l'idée de réunir les meilleurs textes dans cette revue scientifique. Cette initiative met en lumière tout le talent des étudiants et étudiantes du Cégep de Sherbrooke.

Je remercie les partenaires du milieu de l'enseignement d'allumer l'étincelle grâce à des événements comme *Vulgariser pour inspirer!* À tous les jeunes qui y ont participé : votre curiosité, votre persévérance et votre engagement sont des valeurs essentielles afin de mieux préparer l'avenir du Québec. On a besoin d'une relève forte, inspirante et allumée.

Bonne lecture!

Table des matières

Introduction

par Sophie Meyer et Marie-Hélène Laprise

04

Vulgariser pour inspirer!

par Georges Desmeules et Olivier Domingue

06

Vulgariser et valoriser la science : changer de monde et changer le monde

par Dany Baillargeon

08

La croisée des chemins; s'orienter dans les champs du savoir

par Chantale Desjardins

10

La revue imaginée par Studio Muse

par Studio Muse

11

Lumière sur le combat bactéries et végétaux

par Arielle Rathier

12

Les bactéries modifiées, agents secrets en mission!

par Mahatma Théus et Jaider Fabian Trujillo Amaya

16

À la guerre contre le cancer

par Naomie Goupil

20

Ça pique ma curiosité : la vestibulodynie provoquée traitée par l'acupuncture

par Coralie Dandurand

24

Défier la mort par la technologie

par Heidi Simard-Roy

28

BD

par Ariane Cloutier et Olivier Robin

32

La chimie computationnelle : le jeu vidéo des chercheurs

par Érika Robidas

36

À vos marques, prêts, assemblez!

par Élicia Chapuzet

40

Renverser la paraplégie : un pas à la fois

par Emmanuelle Beaulieu

44

Un décibel à la fois

par Jérémie Hatier

48

La vie, ici et au-delà

par Mélyane Desrochers

52

Médiagraphie

56



Sophie Meyer et Marie-Hélène Laprise
Direction des études

Un concours, une revue, une communauté

C'est avec beaucoup de fierté que la direction des études vous invite à lire la toute première revue «Vulgariser pour inspirer!» découlant du concours de vulgarisation du même nom.

Bien plus qu'un concours, cette ambitieuse initiative a permis de rassembler une communauté scientifique, des personnes enseignantes, des professionnels et la population étudiante autour d'objectifs communs : favoriser la démocratisation des sciences et lutter contre la désinformation.

En feuilletant les pages de notre nouvelle revue, vous découvrirez les dix textes finalistes. Vous aurez le plaisir d'en apprendre davantage sur chacune des personnes étudiantes lauréates. Vous découvrirez à votre tour des sujets et des domaines de recherche dont certains sont réalisés ici même en Estrie et dans DistriQ, la zone d'innovation quantique de Sherbrooke.

Vos yeux s'arrêteront également sur une bande dessinée traitant de la désinformation, en passant par le texte «Vulgariser et valoriser la science : changer de monde et changer le monde» du professeur en communication de l'Université de Sherbrooke, Dany Baillargeon. De plus, vous serez invités à réfléchir sur votre avenir par notre collaboratrice Chantale Desjardins, conseillère en orientation.

Nous sommes très admiratives du talent créatif de personnes étudiantes ayant soumis des textes dans le cadre du concours mais aussi de nos graphistes qui, dans le cadre de leur stage de fin d'études, ont réalisé la signature graphique et la mise en forme de la revue. Notre revue a été conçue par et pour la population collégiale, et nous sommes impressionnées par le travail accompli.

Nous souhaitons aussi souligner l'apport exceptionnel de nos juges en chef Olivier Domingue, enseignant en biologie, et Georges Desmeules, enseignant en littérature, qui ont été les maîtres d'œuvre de ce concours. Ils ont su l'intégrer harmonieusement dans leurs cours, offrir des formations sur la vulgarisation et communiquer leur enthousiasme contagieux.

Enfin, nous adressons un remerciement tout spécial à Marie-Josée Fraser, conseillère pédagogique qui a tout d'abord rêvé ce concours avant de le concrétiser.

Les études collégiales offrent un espace pour se développer, découvrir ses intérêts, explorer des domaines et même accepter de se déstabiliser pour définir ses propres limites. C'est aussi un moment durant lequel on devient une personne citoyenne à part entière.

Ensemble «Imaginons la suite»!

Bonne lecture!





Georges Desmeules et
Olivier Domingue

Vulgariser pour inspirer!

C'est un véritable plaisir de présenter la toute première revue de textes gagnants du concours de vulgarisation scientifique du cégep de Sherbrooke. Ce concours a vu le jour il y a quelques années à l'initiative de Marie-Josée Fraser et de Marie-Hélène Laprise, du Service de soutien à l'enseignement et à la recherche. Il a cependant véritablement pris son envol avec la présente parution, grâce à une subvention du programme Novascience du ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie du Québec.

Pour bien rendre compte du contenu de cette publication, il est nécessaire de souligner l'importante participation générée lors de cette édition, entre autres dans le cadre de cours où cette activité a été mise au programme, mais aussi par des contributions suscitées par les ateliers de formation offerts au fil de la session d'automne 2023. Si la vulgarisation scientifique a le vent dans les voiles, il faut y voir un signe encourageant d'une prise de conscience de la nécessité de la transmission des connaissances, même ou surtout en raison de leur complexité croissante. Comme Dany Baillargeon, professeur de communication à l'Université de Sherbrooke, l'expose avec rigueur et intelligence dans «Vulgariser et valoriser la science : changer de monde et changer le monde», texte d'introduction à la théorie de la vulgarisation scientifique, vulgariser la recherche de pointe constitue une activité essentielle dans une société où le savoir se ramifie au point où la science court le risque de l'inintelligibilité. Dr Baillargeon souligne également par son

texte l'importance du décloisonnement des savoirs hors du cercle des initiés par la vulgarisation. C'est surtout ainsi que le savoir permet l'action et devient utile. Un mystère qu'on soupçonne ou qu'on comprend mal peut aussi représenter une menace, celle de la désinformation, qu'il s'agit de déjouer par la diffusion d'un savoir exact. La bande dessinée d'Ariane Cloutier et Olivier Robin l'illustre avec tout autant de pertinence et de justesse que d'humour et de poésie.

En effet, «vulgarisation» et «démocratisation» puisent aux mêmes sources (les termes *vulgus* en latin et *demos* en grec signifient «foule» ou «peuple») et, au sens premier, évoquent tous deux une popularisation de la science. D'ailleurs, le titre du concours lancé l'automne dernier suggère cette association. «Vulgariser pour inspirer!» propose de rendre intelligibles des sujets autrement trop éloignés du quotidien pour qu'on s'y intéresse. De fil en aiguille, cette accessibilité pourra susciter de nouvelles vocations, tant pour la recherche dans tous les domaines de la science que pour les disciplines qui permettent sa diffusion. Chantale Desjardins le formule elle aussi, à sa belle manière, dans «La croisée des chemins». S'orienter dans les champs du savoir», où elle expose certains des enjeux de la science, et de la perception qu'on en a, au moment de prendre des décisions et de faire des choix déterminants. Ces trois contributions constituent à nos yeux une entrée en matière nécessaire. Celle-ci pave la voie à la lecture des contributions étudiantes, qui composent le noyau de la présente revue.

Il serait tentant d'étoffer la liste de la totalité des sujets choisis par toutes celles et tous ceux qui ont participé au concours. Les textes produits spécialement pour cette activité ou dans le cadre de cours spécifiques de divers départements du Cégep couvrent un très large éventail de domaines et la seule mention des titres évoquerait presque une encyclopédie. Une part de cette belle diversité découle d'un travail en amont, réalisé par Marie-Josée Fraser, qui a contribué à l'établissement de collaborations avec des équipes de recherche de notre région, à l'Université et ailleurs, dont plusieurs membres se sont rendus disponibles pour exposer leurs travaux et participer à des entrevues. L'importance et l'étendue de cette liste mérite elle aussi une mention, entre autres dans la mesure où tant les domaines des sciences humaines que ceux des sciences naturelles y figurent en belle place.

Les cinq membres de notre jury, issus des domaines de la philosophie, des sciences politiques, de la littérature, de la physique et de la biologie, ont d'ailleurs eu fort à faire pour évaluer, contraster, comparer et juger la cinquantaine de propositions

qui leur ont été soumises. Nous tenons à saluer la qualité de leurs interventions, la justesse de leurs commentaires et la pertinence de leurs jugements. Les discussions en groupe ont constitué de bout en bout un réel plaisir et montrent à quel point les échanges interdisciplinaires se révèlent riches et fructueux. L'ensemble des textes soumis ont donc reçu une rétroaction et leurs autrices et auteurs bénéficieront à n'en pas douter de ces commentaires qui leur ont été transmis sous forme de fiches individuelles. À terme, il a fallu trancher et dix essais de vulgarisation ont été retenus. Pour baliser la lecture de ces textes et les intégrer à un ensemble cohérent, nous les avons classés en fonction d'une logique d'échelle, qui va des bactéries vers le cosmos. Entre ces pôles, on circule par un chemin qui aborde la santé et la recherche fondamentale.

Nous espérons que la lecture de cette revue, dans sa richesse et sa variété, saura vous plaire. Nous sommes fiers d'y avoir contribué.





Dany Baillargeon, PhD
Professeur agrégé
Département de communication de l'Université de Sherbrooke.

Vulgariser et valoriser la science : changer de monde et changer le monde

Nous sommes tous très ignorants.

Ce qui se passe, c'est que nous n'ignorons pas tous les mêmes choses.

10 Cette citation, que l'on attribuerait à Albert Einstein, souligne le rôle de la recherche scientifique : développer la connaissance afin de mieux comprendre les phénomènes qui nous entourent et qui agissent sur nous autant que nous agissons sur eux. Or, si l'on veut élever notre compréhension commune du monde, la production de la connaissance n'est que la première étape. De fait, à quoi sert d'explorer le comportement des neutrinos, les nouvelles formes de relation humain-machine, la façon de diminuer la résistance des conducteurs ou les stratégies de résilience des collectivités si ces connaissances restent dans les laboratoires, les groupes de recherche ou les revues savantes? Aussi faut-il mettre en relation les scientifiques, leurs découvertes, leurs objets, leurs protocoles avec différents groupes d'individus, leur vécu, leurs expériences, leurs croyances, leur culture, etc.

Cette mise en relation, c'est la vulgarisation et la valorisation des connaissances : deux pans de la même volonté d'établir des ponts entre la science et les citoyens, mais aussi, deux moments de cette mise en relation.

Changer de monde : la vulgarisation

D'abord, la science doit transiter d'un monde à l'autre : des labos vers les balados; des groupes de recherche vers les groupes d'intérêt; des conférences internationales vers les conférences d'élus; des grandes recherches longitudinales vers les Petits débrouillards. Ce travail de migration ou de translation est celui de la vulgarisation qui permet «de rendre accessibles des connaissances spécialisées à des non-spécialistes» (Fayard & Arboleda, 2003, p. 21).

Ainsi, faire transiter une connaissance en physique quantique, en études des genres ou en recherche d'exoplanètes demande d'abord de traduire le langage employé par les producteurs de ces connaissances – les scientifiques – afin de trouver son équivalent dans celui du groupe à qui il est destiné.

Cette traduction doit se faire avec empathie, c'est-à-dire, en étant sensible à ce qui caractérise le public à qui est destiné le contenu vulgarisé : son vécu et ses connaissances générales, ses préjugés culturels et sociaux, ses réactions émotionnelles face au contenu et à l'émetteur de ce contenu (Cardinal, 2008). Par exemple, la manière dont on parlera des récentes recherches sociologiques sur le TDAH ne sera pas reçue de la même façon par des groupes de parents, de conseillères pédagogiques, des médecins ou de représentantes politiques. Le groupe de personnes à qui l'on s'adresse a une expérience du monde façonnée par ses propres connaissances (son savoir dit «encyclopédique»), son attitude face à de nouvelles connaissances (ses croyances) et par celui qui les lui transmet (son accord émotif). Ainsi, bien que les parents, conseillères pédagogiques, médecins ou politiciennes connaissent l'acronyme «TDAH» (savoir encyclopédique), ces personnes n'auront pas la même réaction ni les mêmes attitudes face aux enjeux qu'il porte (croyance). Cette attitude sera en plus influencée par son interlocuteur (accord émotif), qu'il soit un chercheur, une adolescente, un animateur radio, une vedette du cinéma.

Si cette nouvelle connaissance a été traduite avec empathie, elle sera alors prête à changer de monde : quitter le cercle de la science pour rejoindre différents publics. En somme, vulgariser la science permet de «[...] maintenir la capacité, pour tous et pour chacun, de voir, à travers la diversité des points de vue, l'identité commune du monde» (Chevalier, 2004, p. 173).

Or si nous voulons partager cette vision du monde expliquée, nuancée ou confirmée par la science, il ne suffit pas que la connaissance soit adaptée au public ciblé; elle doit être adoptée par ce dernier.

Changer le monde : la valorisation par le récit

Pour être adoptée, la connaissance doit avoir une valeur pour la personne à qui elle est destinée. Ainsi, la valorisation de la science part d'un rapprochement entre les préoccupations des personnes productrices de connaissances et celles des personnes qui l'utiliseront. Pourquoi la montée en puissance de l'intelligence artificielle devrait-elle préoccuper les patrons de compagnie de transport? la menuisière-charpentière? l'arboriculteur? la mère de famille? l'aînée?

Ce qu'il y a de bien, c'est que la façon d'apprendre se fait souvent par les récits : on s'explique en se racontant (Alterio & McDrury, 2003). Ce qui est encore mieux, c'est que la production scientifique et la production de bonnes histoires¹ se construisent de façon très similaire : notre expérience du monde (la situation initiale) est changée par une observation nouvelle (l'élément perturbateur), que la démarche scientifique tentera d'éclairer (la quête et ses péripéties), grâce à des individus participant à cette démarche (les héros), malgré les contraintes et les limites (les adversaires). Grâce à des méthodes, des techniques, des appareils (les adjuvants et les objets) émergera une nouvelle façon de comprendre nos expériences du monde (le dénouement et la morale).

Ainsi, pour valoriser la connaissance, nous devons trouver les comparaisons, les symboles, les récits, les métaphores pour inscrire l'histoire de cette connaissance dans le narratif de notre public cible. Car comme le dit si bien Umberto Eco : «[...] une cible, ça coopère très peu : ça attend d'être touchée.» (Eco, 1979, p. 70). Mais c'est lorsque nous sommes touchés que notre vision du monde peut changer.

Conclusion : se raconter le monde

Nous le voyons, vulgariser et valoriser la science est une entreprise de rapprochements : rapprocher des mondes (celui des personnes expertes et celui des non experts), mais aussi rapprocher des expériences du monde qui sont, avons-nous l'impression, de plus en plus atomisées, individuelles, relatives. Si ne sont pas partagées ces visions du monde, comprises dans un tout plus grand que nos expériences individuelles, comment espérer un vivre-ensemble harmonieux? Ainsi, changer de monde (vulgariser) et changer le monde (valoriser) constituent une responsabilité citoyenne et éthique. Citoyenne parce qu'on ne peut changer le monde seul; éthique parce que nous devons le faire pour le bien commun.

«Vulgariser pour inspirer!», le concours qui a réuni ces textes exceptionnels, incarne parfaitement cette mission, ses règles rappelant qu'un texte «séduit le public et livre un message en utilisant des moyens variés : humour, comparaison, métaphore, etc.» avec une information «juste et rigoureuse». L'œuvre utile de ces rédactrices et rédacteurs donne lieu d'espérer que rapprocher les gens par la science est possible, prisable, plaisant et que nous pourrions ainsi diminuer nos ignorances individuelles grâce à des connaissances empathiques, citoyennes et éthiques.





Chantale Desjardins
Conseillère en orientation

La croisée des chemins S'orienter dans les champs du savoir

Cette revue s'adresse à celles et à ceux que la science interpelle ou intrigue, c'est-à-dire à quelqu'un comme toi. Si tu t'intéresses aux progrès de la connaissance, aux avancées de la recherche et aux récits qui en rendent compte de manière accessible, tu découvriras ici des articles qui abordent des sujets s'étendant de l'échelle microscopique à celle du cosmos et qui vont des profondeurs du corps humain à celles des galaxies lointaines. Tu en apprendras ainsi tout autant sur le combat entre bactéries et végétaux ou sur la chimie computationnelle que sur l'assemblage des composantes d'un cœur artificiel, l'étude de la pollution sonore ou la recherche de la vie dans les exoplanètes. Et encore plus.

En parcourant les sections de cette revue, tu découvriras aussi les présentations individuelles des personnes qui ont produit chacun des articles et tu te reconnaitras peut-être en constatant que ce ne sont pas des spécialistes, mais des jeunes du niveau collégial. Qui se sont peut-être posé comme toi l'une ou l'autre des questions suivantes, au moment où il leur a fallu choisir un domaine d'étude qui déterminera leur avenir : *C'est quoi avoir l'esprit scientifique ? Comment savoir si j'ai l'esprit scientifique ? Être scientifique sans travailler en laboratoire, est-ce possible ?*

D'ailleurs, avoir l'esprit scientifique, c'est plus que de la recherche en laboratoire et porter un sarrau blanc. C'est aussi aimer comprendre les phénomènes naturels et humains; demander souvent « pourquoi » et ne pas accepter les réponses qu'on nous propose sans explication; être sceptique et mener des recherches par soi-même; se documenter et accumuler des connaissances sur toutes sortes de sujets; avoir le sens de l'observation et analyser les gens, le comportement des animaux, l'évolution des plantes ou le fonctionnement des objets qui nous entourent; émettre des hypothèses pour expliquer des phénomènes intrigants. La science, on peut aussi la raconter, la rendre intelligible et intéressante en la vulgarisant.

Si tu te retrouves dans ces énoncés, tu auras avantage à viser une profession qui te permettra d'apprendre en continu, d'approfondir ton domaine d'étude autant en psychologie, en arts, en littérature, en architecture, en sciences et génie, qu'en communication ou en journalisme.

Les personnes avec un esprit scientifique naviguent partout où il y a quelque chose à comprendre, à créer, à transmettre et à raconter.

Fais-tu partie de ces personnes?



La revue imaginée par Studio Muse

En tant que graphistes de la revue *Vulgariser pour inspirer!*, nous avons pour but premier de donner vie aux textes retenus par les membres du jury du concours étudiant en les illustrant de façon claire et créative. Nous avons minutieusement traité l'ensemble des éléments visuels, qu'il s'agisse de la mise en page, du photomontage ou de la typographie, pour enrichir la dimension graphique du contenu scientifique de chacun des articles de la revue.

Nous croyons fermement que la présentation visuelle joue un rôle important dans la communication. Notre objectif était de captiver dès le premier regard et de faciliter la compréhension des sujets les plus complexes. Chaque détail a été soigneusement pensé pour offrir une expérience de lecture enrichissante et intéressante.

Nous remercions les responsables du projet pour leur ouverture et leurs suggestions. Cette étroite collaboration a joué un rôle clé dans le processus de création et nous a permis de donner forme aux idées et aux concepts de chaque texte de manière créative et professionnelle.

Grâce à ce projet, nos stages nous ont permis d'acquérir des connaissances précieuses, qui nous seront utiles pour notre carrière. Nous avons non seulement pu améliorer nos compétences en conception graphique, mais nous en avons également développé en communication et en gestion de projet.

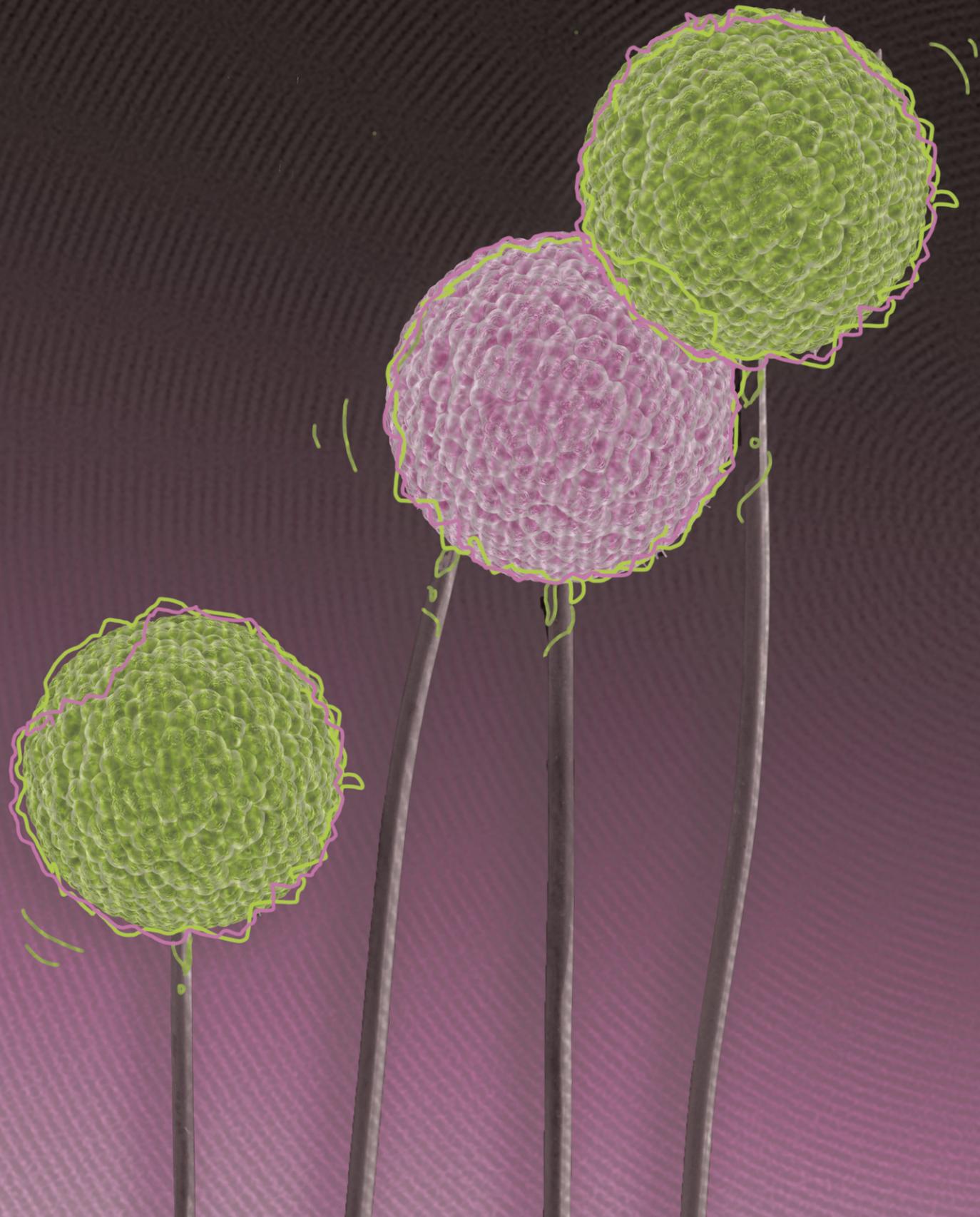
Nous espérons, chère lectrice, cher lecteur, que cette revue vous plaira tout autant qu'à nous!

Mylaina, Carolane, William et Catherine

Studio
MUSE



Des molécules et des microbes





LUMIÈRE SUR LE COMBAT BACTÉRIES ET VÉGÉTAUX

ARIELLE RATHIER

Je m'appelle Arielle Rathier. Je suis étudiante en Sciences de la nature et je possède un fort intérêt pour tout ce qui se rapporte à la nutrition. C'est notamment dans ce programme que je souhaite poursuivre mes études après ma sortie du cégep. En effet, l'industrie de l'agriculture joue un rôle crucial dans notre alimentation, et la santé de l'agriculture québécoise nous concerne davantage que nous pouvons le penser. C'est pour cette raison que je désire mettre de l'avant une recherche qui, en plus d'être sherbrookoise, se rapporte à ce sujet peut-être moins connu pour que d'autres puissent, à leur tour, s'y intéresser.

Les découvertes inusitées font toujours les meilleures histoires. C'est notamment le cas d'une découverte datant de 2019 pour laquelle une panne de courant, qui aurait pu avoir de lourdes conséquences, a finalement mené à un projet de maîtrise de microbiologie. L'équipe étudiait déjà l'effet d'une certaine bactérie sur les plants de tomates, mais ses membres découvrirent que la lumière permettait à la plante d'augmenter sa réponse immunitaire et donc de combattre les micro-organismes.

La petite histoire

Gaële Lajeunesse et son collègue Charles Roussin-Léveillé, tous deux étudiants en microbiologie à l'Université de Sherbrooke, ont eu toute une surprise en arrivant au laboratoire un matin. Tous leurs plants infectés pour une étude étaient miraculeusement guéris. Comment cela était-il possible? Après s'être longuement creusé la tête, ils comprirent que le responsable était une panne de courant ayant eu lieu la veille. Cette dernière avait déréglé les lumières automatiques des chambres de croissance faisant en sorte qu'elles étaient restées allumées toute la nuit plutôt que de respecter un cycle jour et nuit.

La découverte de l'effet de la lumière sur la maladie causée par *pseudomonas syringae* pendait sous leur nez. Gaële Lajeunesse prit la décision d'étudier plus longuement le phénomène en faisant de celui-ci son projet de maîtrise au laboratoire de Peter Moffet et d'Isabelle Laforest-Lapointe.

Reconnaître la maladie

La bactérie *Pseudomonas syringae* est la cause d'une maladie communément appelée moucheture bactérienne. Cette dernière affecte les plantations et cause beaucoup de ravages, notamment dans les champs de tomates québécois. Elle est facilement reconnaissable par l'apparition de petits points noirs entourés d'une auréole jaune à la surface du feuillage, des tiges et des fruits.

Lorsque ces lésions sont présentes en trop grand nombre sur le plant, un dessèchement de la partie aérienne survient. Le problème avec cette bactérie pathogène est que ce micro-organisme est capable de survivre jusqu'à 20 ans dans les graines de tomates et ainsi se propager avec les semences ou des résidus infectés.





Plantes infectées sans traitement sur 5 jours



Plantes infectées avec traitement sur 5 jours

Se créer un environnement

18

Pour infecter les plants, *Pseudomonas syringae* s'y infiltre et trompe la plante afin de créer un environnement propice à son développement, soit un endroit chaud et humide.

Elle vient contourner la réponse immunitaire de la plante en augmentant la production d'acide abscissique. Cette hormone naturellement présente dans les végétaux est responsable de la régulation de la sécheresse. Ainsi, en augmentant sa production, la bactérie fait croire à la plante qu'elle est dans un état de sécheresse et qu'elle doit garder son eau pour pouvoir survivre.

La brèche par laquelle s'introduit la bactérie s'appelle un stomate. Ce sont des ouvertures microscopiques à la surface des feuilles qui régulent les échanges entre l'intérieur et l'extérieur. Il en résulte ainsi une accumulation d'eau qui crée un environnement humide à l'intérieur de la plante, idéal pour le développement de la bactérie. La plante étant gorgée de liquide, les cellules sont comme dans une piscine et ne peuvent plus respirer. Elles finissent par se noyer. Le plant meurt donc à cause de *Pseudomonas syringae* qui a envoyé des signaux contredisant ses réels besoins.

La lumière : cette sauveuse

La recherche effectuée par Gaële Lajeunesse consistait à trouver pourquoi la lumière avait un impact sur l'immunité de la plante *Arabidopsis thaliana*, plante modèle souvent utilisée en recherche. Afin de bien cerner les différentes réactions de la plante, l'étude a été effectuée sous trois régimes. Le premier un régime de lumière constante, le deuxième un régime d'alternance entre lumière et obscurité à intervalles de 12 heures et le troisième, un régime d'obscurité constante.

La chercheuse a remarqué qu'à la lumière constante, une diminution considérable des symptômes pouvait être observée. Selon l'étude, la lumière venait apporter un stress aux cellules végétales. Ces dernières produisaient une réponse immunitaire en augmentant la production d'espèces réactives de l'oxygène pour lutter contre ce changement. Ainsi, le plant se défend mieux contre la bactérie.

Le régime de lumière constante empêche la bactérie de forcer la fermeture des stomates. Ainsi, après 24 heures, seules les plantes sous régime de lumière constante possédaient encore des stomates ouverts. Cependant, dès la fermeture des lumières, le phénomène s'inversait et la maladie reprenait le dessus.

Gaële Lajeunesse a ensuite effectué une expérience sur une plus longue période. L'expérimentation de cinq jours, où les plants infectés étaient placés sous une lumière constante durant 48 heures puis remis sous un régime alterné, démontrait qu'aucun symptôme n'était observé même après le retour au cycle naturel de lumière. La microbiologiste a donc conclu que la lumière est responsable de la diminution de la charge bactérienne.

L'acide salicylique à la rescousse

Les analyses ont montré que ce n'est pas la lumière en soi qui vient protéger la plante de la maladie. En effet, la lumière agit comme élément déclencheur de la production d'acide salicylique. Cette molécule agit à titre de réponse immunitaire innée et est présente non seulement chez *Arabidopsis thaliana*, mais aussi chez la majorité des plantes.

L'acide salicylique est notamment connu pour être l'un des principaux constituants de l'aspirine, un médicament fréquemment utilisé. La plante produit cet acide pour combattre la maladie qui l'attaque, un peu comme notre corps produit des anticorps pour se débarrasser d'une infection.

Lors d'un test de chromatographie liquide ultra performant effectué sur la plante test, l'équipe a conclu que les plants sous conditions de lumière constante avaient une augmentation significative de leur production d'acide salicylique. La molécule empêche la fermeture des stomates et donc la création de l'environnement nécessaire pour que la bactérie se développe. Comme l'explique Peter Moffet, l'un des responsables du laboratoire, l'acide empêche aussi l'accumulation d'eau, ce qui limite la croissance bactérienne comme on aère un sous-sol pour éviter la moisissure.

Bref, la lumière amplifie la réaction de production naturelle de la molécule déjà présente en petite quantité. Une plus grande présence d'acide salicylique mène à une meilleure capacité de protection immunitaire contre des bactéries comme *Pseudomonas syringae*.

L'effet du benzothiadiazole

L'acide salicylique étant trop peu stable pour être produit et utilisé à plus grande échelle, comme dans les champs, une autre molécule ayant des effets similaires doit être utilisée. Le benzothiadiazole (BTH) pourrait être une solution à ce problème. En effet, l'analogue synthétique de l'acide salicylique donne, selon les observations, des résultats similaires au traitement de lumière constante. Les plantes ayant reçu un traitement de 24 heures au BTH ne présentent aucune lésion imbibée d'eau. Les stomates de la plante restent ouverts ce qui lui confère une protection contre la bactérie.

Finalement, les tests sur des plantations débutent tout juste, il reste donc beaucoup d'étapes avant de pouvoir appliquer sur le terrain les découvertes de l'équipe de recherche. La molécule de BTH n'est pas encore approuvée par le gouvernement pour être déversée dans la nature ou pour la consommation humaine. Le projet embryonnaire a beaucoup de potentiel pour de plus grandes découvertes qui pourraient avoir un impact considérable sur l'agriculture au Québec. Il reste tout de même intéressant de savoir que tout cela a commencé ici-même, à Sherbrooke.

19



« La chercheuse a remarqué qu'à la lumière constante, une diminution considérable des symptômes pouvait être observée. »



JAIDER FABIAN TRUJILLO AMAYA

Je me nomme Jaider Fabian Trujillo Amaya et je complète la deuxième année d'un double DEC en Sciences de la nature et musique. À la suite de mes études collégiales, je planifie aller étudier à l'Université McGill dans le programme Mathématiques et physique. Je suis une personne très curieuse qui adore apprendre sur divers sujets comme la musique, la physique, les mathématiques, l'informatique et la biologie. C'est ce qui a motivé ma participation au concours de vulgarisation scientifique: faire connaître l'univers des bactéries et donner envie d'en savoir davantage sur cette sphère fascinante de la biologie.

Je m'appelle Mahatma Théus et suis moi aussi étudiante au double DEC en Sciences de la nature et musique. Je semble plutôt réservée, sans pour autant être passive. En réalité, mon esprit fourmille parfois de questionnements ou de réflexions sur de petites ou grandes choses de la vie de tous les jours. Par exemple, d'où provient ce goût délicieusement sucré qu'on retrouve dans la mangue? Nul doute qu'il existe une réponse moléculaire à cette question! Ce concours de vulgarisation scientifique a été pour moi l'occasion de mettre en commun mon amour pour les mots et les belles tournures de phrases et ma curiosité pour la science. J'espère pouvoir continuer à enrichir davantage mes connaissances en poursuivant mes études à l'université dans le domaine de la santé!



MAHATMA THÉUS

LES BACTÉRIES MODIFIÉES, AGENTS SECRETS EN MISSION!

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (2020), «la résistance aux antibiotiques constitue aujourd'hui l'une des plus graves menaces pesant sur la santé mondiale». En effet, «[celle-ci] pourrait entraîner jusqu'à 10 millions de décès par an d'ici 2050» (OMS, 2023).

Avec le temps, les bactéries, dont celles qui habitent l'organisme humain, réussissent à se procurer des gènes de résistance contre les médicaments. Des maladies, aujourd'hui facilement traitables avec des antibiotiques, comme les infections urinaires, les otites ou la tuberculose, pourraient devenir mortelles dans les années futures. Dans le but de développer une nouvelle approche pour traiter les infections bactériennes, une équipe de recherche de l'Université de Sherbrooke s'est demandé : pourquoi ne pas retourner les armes que les bactéries utilisent contre elles et se servir de leur propre stratégie à notre avantage?

La résistance bactérienne, d'où vient-elle?

Les micro-organismes, ces êtres vivants d'une extrême petitesse observables uniquement au microscope, colonisent en abondance le corps humain. Les virus, les bactéries, les microchampignons et d'autres organismes se développent sur nous et vivent en communautés dans des régions spécifiques de notre organisme pour composer ce que l'on appelle des microbiotes.

Les bactéries du microbiote intestinal, dont le nombre se calcule en milliers de milliards, sont en majorité essentielles au bon fonctionnement de notre machine corporelle. Toutefois, certaines peuvent provoquer des maladies; on dit d'elles qu'elles sont pathogènes. Pour nous aider à traiter les maladies causées par ces pathogènes, les antibiotiques, ces médicaments utilisés spécifiquement pour tuer ou bloquer la croissance de ces «vilaines» bactéries, nous viennent en aide!

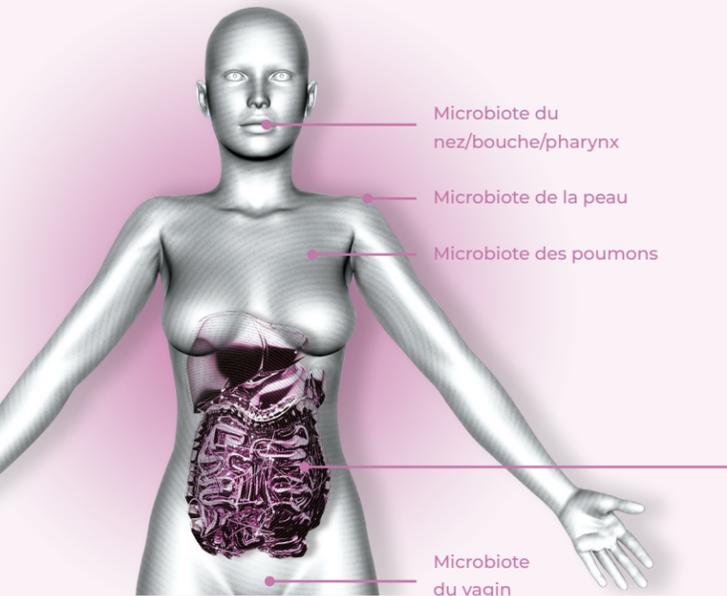
En 1928, la découverte du premier antibiotique, soit la pénicilline, par Alexander Fleming, a été la clé ouvrant la porte à «l'ère des antibiotiques». Durant cette période, des millions de vies ont été sauvées, chaque année, grâce à cette trouvaille. Par ailleurs, la perception optimiste de cette dernière comme étant la solution miracle pour combattre les maladies d'origine bactérienne s'est vite dissipée. En effet, la mauvaise utilisation des antibiotiques, ayant atteint son paroxysme dans les années 1960, a favorisé l'apparition puis l'aggravation d'une problématique encore actuelle, celle de la résistance aux antibiotiques.



Le microbiote intestinal est le plus important microbiote du corps.

Il colonise les parois de l'estomac et des intestins...

... et se concentre surtout dans le côlon.



MICROBIOTE DU SYSTÈME DIGESTIF



Estomac
10 à 1000 bactéries/ml
Milieu oxygéné et acide

Intestin grêle
10 000 à 10 millions de bactéries/ml
Acidité et oxygène se raréfient progressivement

Côlon
10 milliards à 10 000 milliards de bactéries/ml
Milieu sans oxygène ni acidité

Voici un aperçu des différents microbiotes, populations de micro-organismes qui se retrouvent dans le corps humain. Source : Inserm, *La science pour la santé, From science to health* (2021)

Les bactéries modifiées à la rescousse!

Modifier un micro-organisme et programmer celui-ci pour qu'il puisse détruire ses semblables pathogènes n'est pas une tâche évidente! C'est le défi que se sont lancé Sébastien Rodrigue, chercheur en biologie synthétique et des systèmes, et son équipe. Leur but est d'offrir une façon innovante de combattre la résistance bactérienne aux antibiotiques.

La bactérie « multi-résistante », une ennemie de taille

« L'univers des bactéries est un monde fascinant [...], vaste et intéressant à explorer! », indique Nancy Allard, stagiaire post-doctorale à l'Université de Sherbrooke dans le laboratoire de Sébastien Rodrigue. Ces micro-organismes sont parfois dotés de fonctions surprenantes! Grâce à leur bagage génétique, elles sont capables non seulement de se répliquer mais elles peuvent aussi rapidement s'adapter à un environnement hostile et inhabituel, comme lorsqu'elles font face à une attaque d'antibiotiques. Ces êtres unicellulaires possèdent parfois ce qu'on appelle des plasmides, de petits fragments d'ADN circulaires sur lesquels on peut retrouver les gènes de résistance.

Par le phénomène de la conjugaison, ils s'échangent ces petits bouts de séquences génétiques et propagent, sans aucun scrupule, leurs molécules de défense. Eh oui ! C'est bien là du trafic génétique.

Les préparatifs

Ainsi, le cœur de ce projet de recherche repose sur l'utilisation en laboratoire de cette dernière propriété, celle de la conjugaison, afin de venir à bout des « vilaines » bactéries situées dans le

tractus intestinal. Pour y arriver, les chercheurs de l'Université de Sherbrooke ont dû franchir trois étapes majeures.

Tout d'abord, il leur a fallu trouver le meilleur agent d'infiltration pour s'introduire dans le microbiote intestinal. Pourquoi ne pas utiliser une bactérie non-pathogène qui procure des effets bénéfiques sur la santé, la définition même d'un probiotique? Pour cela, une souche inoffensive d'*Escherichia coli*, une bactérie découverte chez le nourrisson au 19^{ème} siècle, constitue le parfait candidat.

Ensuite, ils ont dû améliorer la performance de ce dernier. Leur but étant de fournir à *E. coli* un plasmide de haut calibre afin qu'il puisse utiliser, et ce, de manière très efficace, le phénomène de la conjugaison. Par ailleurs, trouver ce dernier n'a pas été une tâche facile! En effet, c'est après plusieurs essais plus ou moins concluants que les chercheurs ont réussi à mettre la main sur TP114, un plasmide qui se transfère d'une bactérie à l'autre à un taux s'élevant à presque 100 %, du moins chez la souris.

Finalement, il leur a fallu entamer la phase de sélection et de programmation d'un gadget pour l'agent d'infiltration. Celui-ci permettra à *E. coli* de tuer les bactéries antibiorésistantes! Le système CRISPR-Cas9, un outil de modification du génome¹, se prête bien à cette tâche. Celui-ci sera transporté par le plasmide TP114 jusqu'aux bactéries résistantes. Puis, à l'aide d'une séquence de référence introduite par les chercheurs, ce ciseau moléculaire va pouvoir identifier et couper précisément le gène de résistance chez les bactéries ennemies, comme le montre la figure ci-contre.

Voici les trois étapes majeures qui ont été franchies par Sébastien Rodrigue et son équipe de chercheurs dans leur processus de réalisation du traitement à base de bactérie armée.

Étape 1. Choisir la parfaite bactérie pour la mission d'infiltration du microbiote intestinal, un probiotique : *E. Coli*.

Étape 2. S'assurer que *E. Coli* puisse utiliser le phénomène de la conjugaison avec efficacité lorsqu'il aura atteint la zone-cible, soit le microbiote intestinal. Pour ce faire, les chercheurs lui ont inséré le TP114, un plasmide de haut calibre!

Étape 3. Munir le probiotique d'un gadget performant, la protéine CRISPR-Cas9, afin qu'il puisse viser, puis couper, avec une grande précision, la séquence d'ADN qui contient les gènes de résistance chez la bactérie pathogène ennemie.

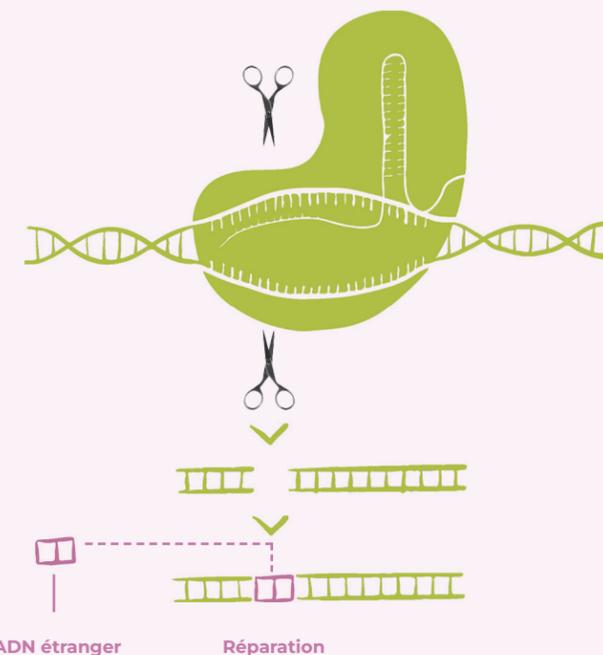
Mission accomplie ?

Des tests ont par la suite été effectués sur des souris infectées, dans le but de mettre à l'épreuve cette audacieuse stratégie. Les résultats obtenus ont éberlué les chercheurs qui ne s'attendaient pas à ce que l'élimination des bactéries résistantes s'élève à 99,9 %! Toutefois, avant de pouvoir offrir ce traitement novateur aux patients, d'autres étapes importantes restent à franchir, notamment garantir la sécurité et l'efficacité du traitement chez l'humain.

Une infinité de voies à explorer!

Il est clair que ce nouveau traitement laisse espérer une excellente option de remplacement aux antibiotiques! Outre la résistance bactérienne, ces derniers provoquent aussi d'importants déséquilibres dans les microbiotes, comme lorsque des bactéries innocentes, donc non-pathogènes, sont éliminées. À l'inverse, la stratégie des chercheurs de l'Université de Sherbrooke se distingue par son efficacité et sa remarquable précision.

De plus, « c'est presque juste l'imagination qui est une barrière pour l'utilité que [ce traitement] pourrait avoir », affirme avec enthousiasme Mme Allard, soulignant ainsi l'infini potentiel de leur découverte. Ce concept, ouvrant la voie à de nouvelles applications médicales, pourrait être utilisé pour soigner plusieurs types d'infections bactériennes. En effet, pourquoi s'arrêter aux infections intestinales, alors qu'il en existe plein d'autres, et ce, dans plusieurs autres microbiotes? Il serait donc possible de traiter des patients affectés par la maladie de Crohn, la typhoïde ou même le choléra, voire le cancer!



CISEAU MOLÉCULAIRE

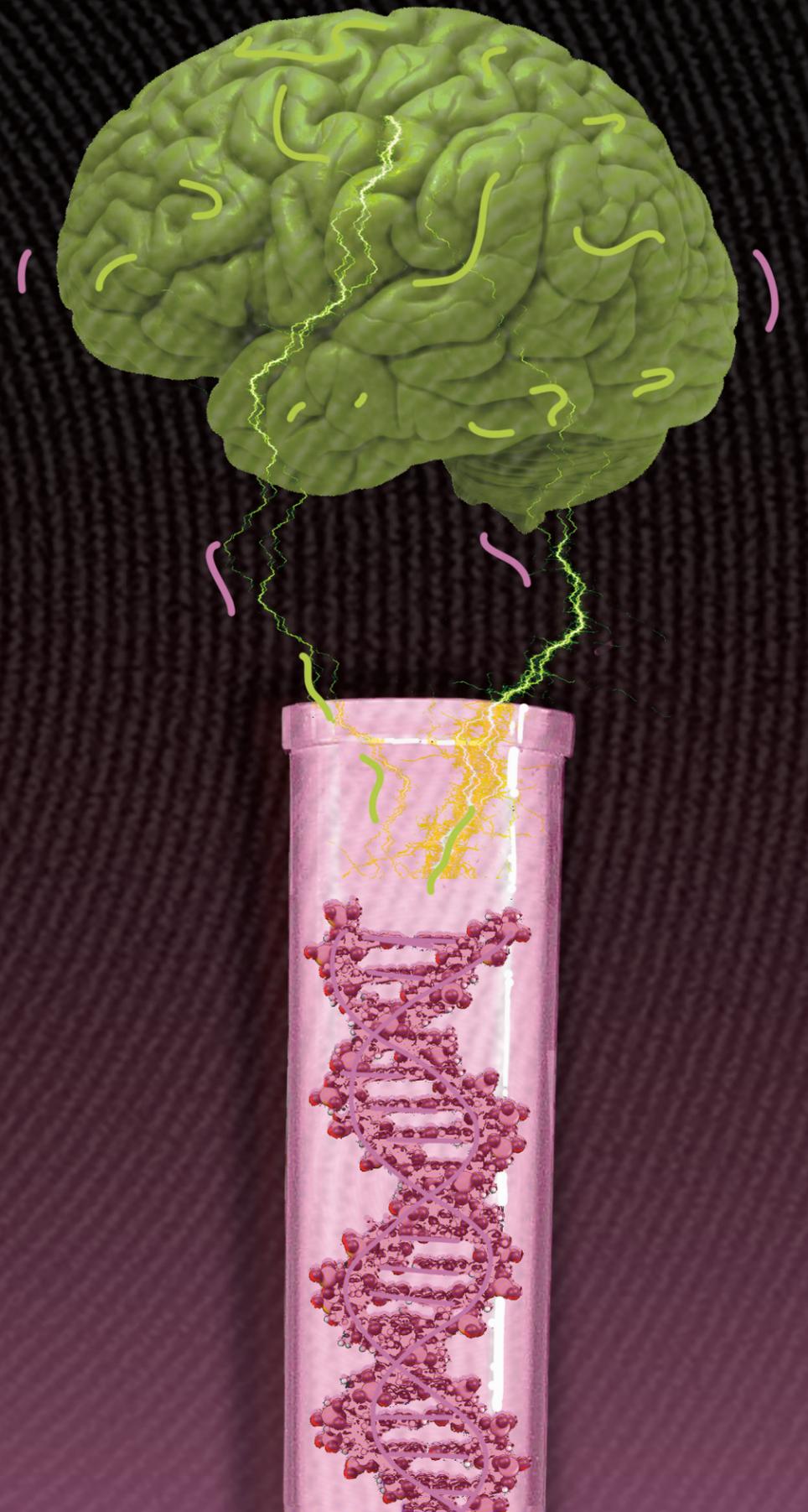
1. Les « ciseaux » sont constitués d'un brin d'ARN (un acide nucléique à une seule branche) contenant une séquence (CRISPR) qui va venir se fixer sur l'ADN à un endroit précis

2. Une enzyme (Cas9) va ensuite découper l'ADN

3. Le système permet alors d'inactiver un gène, de le remplacer ou de modifier son expression

Un brin d'ARN, séquence de référence parfaitement complémentaire à l'ADN des bactéries résistantes, a été intégré par les chercheurs à CRISPR-Cas9. Ce ciseau moléculaire ne s'attaquera donc jamais à des bactéries « innocentes », ce qui rend la méthode d'autant plus efficace et précise. Source : CNRS, sur le site *leem* (2019).

Votre santé





À LA GUERRE CONTRE LE CANCER

NAOMIE GOUPIL

Je m'appelle Naomie Goupil et suis étudiante au Cégep de Sherbrooke depuis 3 ans. Je termine mon DEC en Sciences de la nature et désire poursuivre mes études dans un domaine de la santé. J'ai beaucoup d'intérêt pour les programmes de médecine et de physiothérapie de l'Université de Sherbrooke. J'ai choisi d'écrire sur le cancer parce que mon grand-père doit y faire face et c'est par l'immunothérapie qu'il tente de vaincre celui-ci. La curiosité et le désir de comprendre comment fonctionne ce type de traitement m'ont motivée à effectuer des recherches et ont influencé mon choix pour cet article.

Comment les fameux petits soldats, qui sillonnent nos veines pour combattre les maladies, réagissent-ils face à une guerre civile? Quand nos propres cellules se retournent contre nous et nous tuent de l'intérieur par l'intermédiaire d'une tumeur, nous devons mobiliser nos troupes!

La traditionnelle chimiothérapie et les opérations invasives fonctionnent contre les cancers, mais elles font bien des dégâts. Et si on se concentrait à redonner de l'énergie à notre armée au lieu d'essayer d'affaiblir l'adversaire?

L'immunothérapie est un traitement en développement constant qui se sert de notre outil de défense naturel, le système immunitaire, pour combattre le cancer, un des plus grands ennemis du corps humain. Cette approche, qui se base sur d'anciens concepts comme les greffes de cellules souches, ne fonctionne que sur certains cancers, car le système immunitaire éprouve de la difficulté à reconnaître les cellules atteintes de mutations cancéreuses. Des équipes de recherche tentent donc de stimuler le système immunitaire pour qu'il détruise lui-même les tumeurs (Fondation québécoise du cancer).

Avec près de deux Canadiens sur cinq qui combattront cette maladie dans leur vie et d'un Canadien sur quatre qui en décèdera (Gouvernement du Canada, 2021), la guerre entre cellules voisines fait de nombreuses victimes et ce traitement en essor est peut-être la meilleure façon d'y faire face.

Comment contrôler la mutinerie?

L'immunothérapie représente théoriquement le plan d'attaque idéal contre le cancer. En général, le système immunitaire fonctionne comme suit : les soldats

tueurs, les lymphocytes T, n'attaquent que les ennemis, les cellules malades, en évitant autant que possible les loyaux habitants, les cellules saines du corps. (Garaude, 2013, p.985). De plus, dans certains cas, le corps peut développer une mémoire de la maladie une fois la victoire acquise grâce au système immunitaire, ce qui contribue à éviter le retour de l'envahisseur.

Selon cette théorie, dans la lutte contre le cancer, le système immunitaire se débarrasserait seulement des habitants qui se rebellent et cela préviendrait aussi les récurrences du cancer au premier site d'attaque et ailleurs dans le corps. (Cha et al. 2019, p.7).

Mais si cette stratégie est si parfaite, pourquoi le système immunitaire n'attaque-t-il pas d'emblée les cellules cancéreuses?

L'ennemi

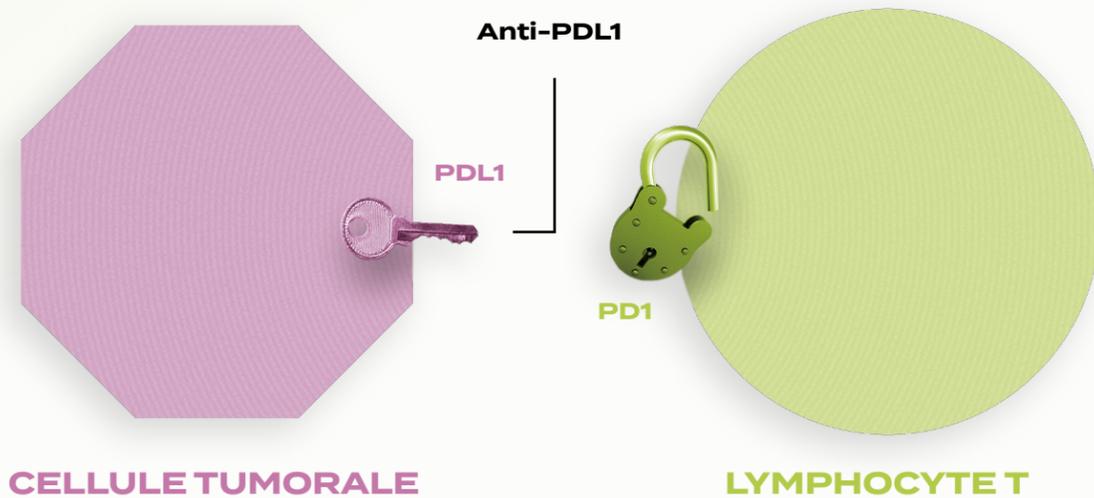
Dans cette guerre, les voisins sont les ennemis. Les cellules cancéreuses sont à la base des cellules saines qui subissent des mutations et qui ne fonctionnent plus comme les autres. Elles se répliquent de façon incontrôlée et n'obéissent plus aux ordres du commandant des cellules, ce qui crée des masses que l'on appelle des tumeurs. Une mutinerie! Ces groupes de cellules rebelles et surnoisissent passent sous les radars des soldats, les lymphocytes T. Dans certains cas, les assaillants se déguisent en cellules loyales ce qui empêche les défenseurs de les détruire (Dubois et al. 2006). Dans d'autres cas, l'ennemi est trop puissant pour nos troupes. Notre armée a besoin d'un coup de main!

Des postes de gardes améliorés

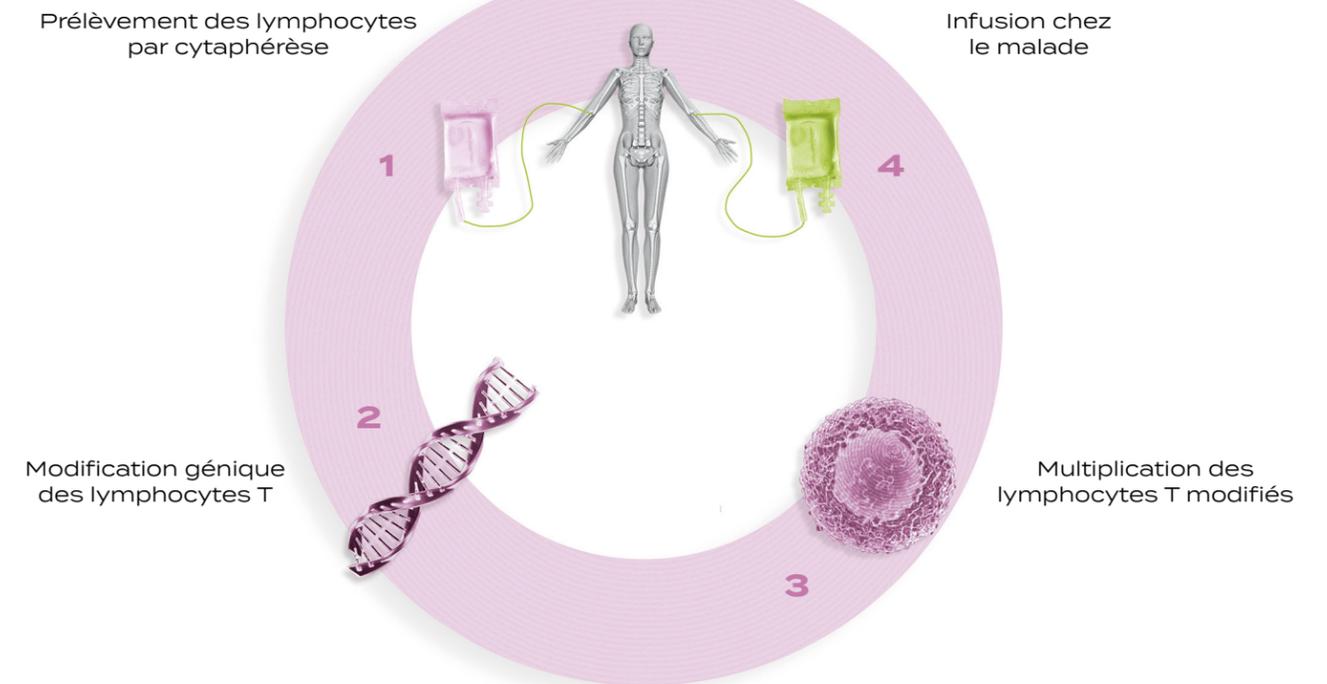
Sur le front nord, la découverte des points de contrôle immunitaire par James Allison en 1990 (Dubois *et al.*, 2006) a inspiré les chercheurs contemporains à développer des inhibiteurs de points de contrôle. Comparons les points de contrôle à des postes de garde. Normalement, les postes de garde permettent de reconnaître les cellules saines. En effet, ces dernières peuvent se lier à des protéines spécifiques, ce qui permet de les identifier, mais des rebelles rusés peuvent déjouer ces protéines en imitant les loyaux habitants. Si on prend l'exemple des protéines PD-L1, elles se trouvent sur les cellules saines et se lient aux points de contrôle PD-1 des soldats. Mais ces protéines peuvent aussi se retrouver sur les cellules cancéreuses déguisées en cellules saines. Lorsque l'ennemi passe devant le poste de garde, les soldats tueurs ne le reconnaissent pas, donc ils ne l'attaquent pas. Cela empêche les soldats de distinguer les ennemis des habitants. Les inhibiteurs servent à contrer cette tactique! Les inhibiteurs bloquent la liaison entre les protéines des cellules cancéreuses et les points de contrôle. Alors, les soldats ne se fient plus uniquement à l'uniforme des ennemis et cela leur permet de les repérer pour s'en débarrasser.

Ce type de thérapie est notamment utilisé dans la lutte contre le cancer du poumon et le mélanome. Une méta-analyse de 19 études impliquant 11 640 patients a permis de constater que les patients traités par inhibiteurs de points de contrôle ont une réponse durable en moyenne 2,3 fois plus haute que ceux traités autrement pour ces types de cancer (Pons-Tostivint, Elvire *et al.* 2019, p.1). Nos soldats sont efficaces, n'est-ce pas ?

Les anticorps anti PD1 et PD-L1



Le processus de production des lymphocytes CART-T



Les soldats T : plus performants que jamais

Sur le front est, des chercheurs, comme ceux du groupe Novartis, développent le traitement CAR-T qui rend les soldats tueurs plus aptes à combattre le cancer. Ils prélèvent les lymphocytes T d'un patient, les modifient et les multiplient en laboratoire pour ensuite les réinjecter au même patient (Jordan, 2017, p.1003). En d'autres mots, les soldats T sont modifiés génétiquement pour qu'ils produisent un récepteur qui s'associe à une molécule propre aux ennemis, un antigène, et qu'ils soient capables de pulvériser l'adversaire. Les soldats passent de Steven Rogers à Capitaine America!

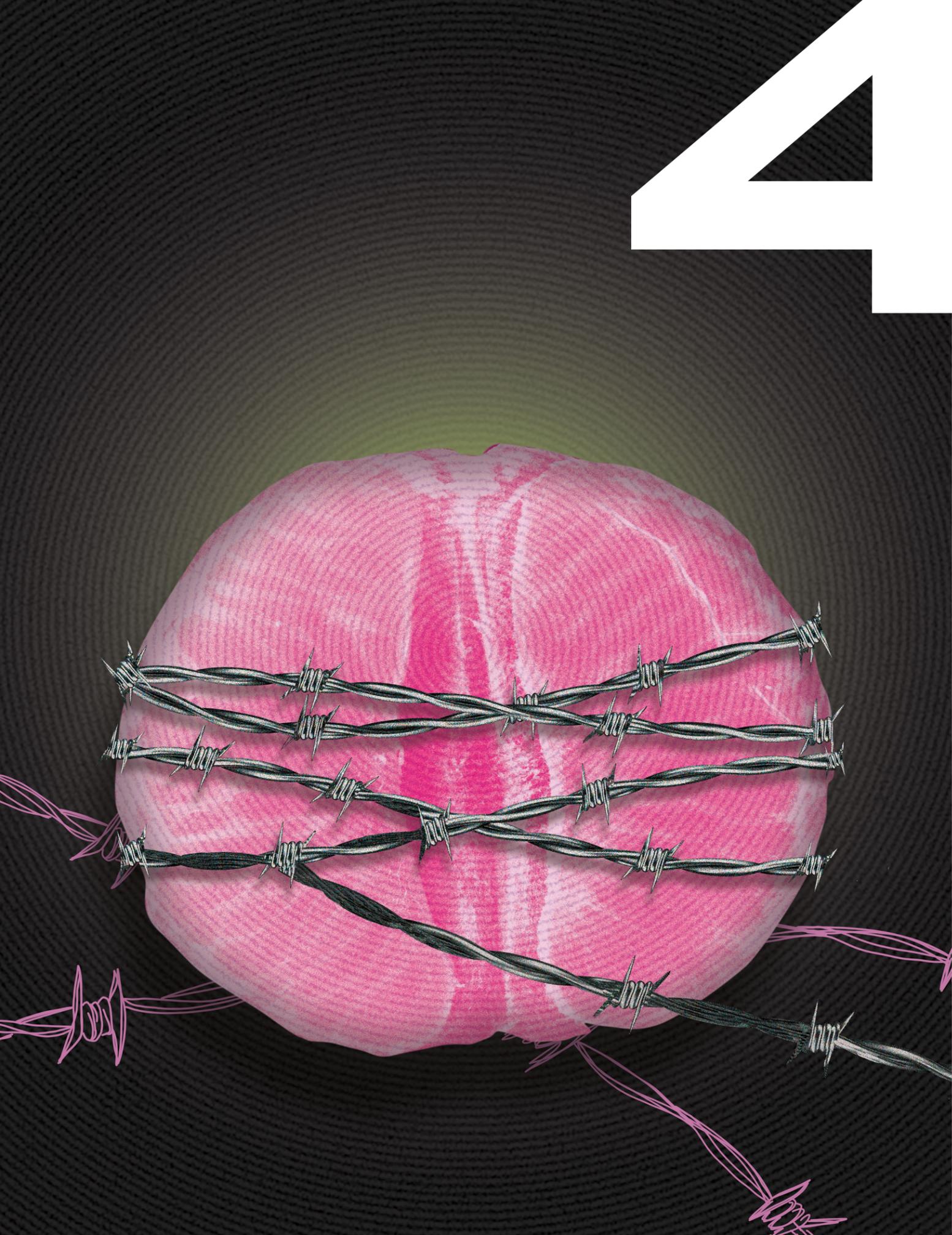
Dans le cas du traitement de Novartis, Kymriah, créé en 2017, les soldats sont manipulés génétiquement pour qu'ils ciblent l'antigène CD19, qui est exprimé par les patients atteints d'un cancer du sang. Une forte proportion des patients a réussi à remporter la guerre civile, et ce, de façon durable (Jordan, 2017, p.1003)!

Et si traiter un cancer devenait aussi simple que de se remettre d'une mauvaise grippe ?

Sur le front ouest, les vaccins sont aussi des sujets de recherche, que ce soit pour prévenir le cancer ou pour y faire face une fois le diagnostic tombé. Les vaccins sont basés sur les antigènes des cancers, donc le patient est exposé à une minuscule dose d'un cancer pour que son système immunitaire puisse s'entraîner à le combattre (Cha *et al.* 2019, p.5). C'est comme si les scientifiques fournissaient un avis de recherche aux soldats. Les soldats T peuvent ensuite sillonner les veines à la recherche d'assaillants et ils sont mieux préparés à les affronter puisqu'ils ont reçu une formation spéciale anticancer.

Gagner la guerre pour de bon

Indéniablement, l'immunothérapie est un plan d'attaque prometteur dans notre lutte incessante contre le cancer. Cependant, comme tous les plans, il comporte des failles. Dans le pire scénario, nos soldats peuvent avoir de la difficulté à distinguer les habitants des ennemis et les attaquer aussi. Mais dans le meilleur des mondes, on peut espérer que les avancées novatrices, les inhibiteurs de points de contrôle, les lymphocytes T modifiés et les vaccins ciblés confèrent à nos soldats la force de remporter définitivement toutes les futures guerres civiles qui pourraient éclater dans notre corps.



ÇA PIQUE MA CURIOSITÉ : la vestibulodynie provoquée traitée par l'acupuncture

CORALIE DANDURAND

Je m'appelle Coralie Dandurand et suis étudiante au Cégep de Sherbrooke en Sciences de la nature. Après l'obtention d'un DEC en Sciences humaines et un certificat en Administration des affaires, j'aspire à poursuivre des études universitaires dans un domaine me permettant de mettre à profit mes connaissances et de contribuer à des projets liés à la santé, l'environnement ou encore la politique. J'ai choisi de vulgariser ce projet de recherche principalement parce que les pathologies féminines sont sous-représentées dans l'espace public, malgré le fait que les femmes forment la moitié de la population. Il est donc important de combler cette lacune et de s'assurer d'une meilleure visibilité autant chez le personnel de la santé que dans l'ensemble de la société.

Plusieurs conditions, maladies et pathologies restent encore dans l'ombre – particulièrement celles qui touchent les femmes. Ce manque d'intérêt amène un grand nombre d'entre elles à souffrir en silence. C'est le cas de la vestibulodynie provoquée. Il faut savoir que même si cette maladie est peu connue, jusqu'à 18 % de la population féminine en souffrirait.

En ce moment, une recherche ayant pour sujet la vestibulodynie provoquée est conduite par Mélanie Roch, doctorante à l'Université de Sherbrooke, en collaboration avec l'équipe du laboratoire de recherche en santé pelvienne, au CHUS, sous la direction de la professeure Mélanie Morin. Celle-ci travaille sur un essai clinique qui vise à utiliser l'acupuncture pour relâcher les muscles du plancher pelvien chez celles souffrant de vestibulodynie provoquée et ayant d'intenses douleurs lors de la pénétration.

La vestibulodynie provoquée se définit par des douleurs chroniques à l'entrée du vagin, délimitée par le vestibule. Ces douleurs surviennent lors de pénétration ou d'une pression. La vestibulodynie est dite « provoquée » parce qu'il doit y avoir un élément déclencheur qui mène à la douleur. Le vestibule, lui, se situe dans le plancher pelvien. Il comprend l'entrée du vagin, le méat urinaire et est délimité par la commissure des petites lèvres.

Les causes de la vestibulodynie peuvent être multiples. Pour certaines, ce peut être des causes cognitives (anxiété, hypervigilance), interpersonnelles (difficulté relationnelle, évitement) ou encore des causes biomédicales (infections, génétique, inflammations, contraception). Une personne peut être sensible aux examens gynécologiques, à l'insertion d'un tampon, à la pratique d'un sport ou lors de relations sexuelles avec pénétration. Certaines femmes connaîtront ces douleurs toute leur vie, alors que, pour d'autres, ce ne sera que temporaire ou cela surviendra plus tard au cours de leur vie.

Les dysfonctions sexuelles peuvent être très sérieuses et s'apparenter, par exemple, à des sensations de brûlure ou encore à de coups de couteau au niveau de l'ouverture du vagin, lors d'une quelconque pression. Ces douleurs peuvent mener à de la détresse psychologique, amplifiée par les tabous sur la sexualité, mais également par l'incompréhension et le sentiment de solitude que plusieurs peuvent vivre en raison des douleurs chroniques. Par conséquent, ces impacts sont néfastes pour leur qualité de vie.

À l'heure actuelle, une panoplie de traitements sont offerts (médicaments, thérapie, injections, ou, en dernier recours, la chirurgie), mais ceux-ci n'arrivent pas toujours à résorber toutes les douleurs ou conséquences associées et ont parfois des effets secondaires (anxiété, maux de tête, nausées, modifications des menstruations, etc.).

Dans le cadre de l'étude de Mélanie Roch, l'acupuncture sera utilisée comme traitement expérimental. En bref, l'acupuncture utilise des aiguilles très fines que l'on pique à des endroits ciblés, permettant de soulager la douleur, de restaurer l'équilibre ou encore de favoriser les mécanismes naturels du corps. Aujourd'hui, l'acupuncture est utilisée pour traiter divers maux. Cependant, dans cette recherche, les aiguilles sèches sont utilisées uniquement sur le plancher pelvien pour soulager et réduire les douleurs.

Le traitement expérimental mené dans le cadre de l'étude consiste en six sessions d'acupuncture sur les muscles du tronc, du bas du dos, des hanches et du plancher pelvien. Durant six semaines consécutives, deux groupes seront formés : un groupe placebo qui ne recevra pas de traitement et un groupe qui bénéficiera de séances d'acupuncture comportant une vraie stimulation.

Afin de s'assurer de la fiabilité de l'étude et de son application au monde réel, des mesures de la douleur seront prises lors de différents tests, notamment à l'aide de questionnaires concernant des variables psychosexuelles, des perceptions ou encore concernant leur satisfaction. Ainsi, les résultats seront basés sur des données vérifiables et standardisées pour toutes les candidates.

L'un des plus grands défis liés à cette recherche sur la santé pelvienne réside dans les problèmes liés au diagnostic et à la méconnaissance de la population face à la vestibulodynie provoquée. Ce manque d'information, autant chez les femmes que chez le personnel médical, restreint l'accès à un diagnostic, sans parler de toutes celles qui n'osent pas aller consulter pour ce type de problème. Les tabous entourant la sexualité contribuent à sous-estimer le nombre de personnes souffrant de cette pathologie, ce qui conduit à minimiser la statistique indiquant qu'une femme sur cinq est affectée.

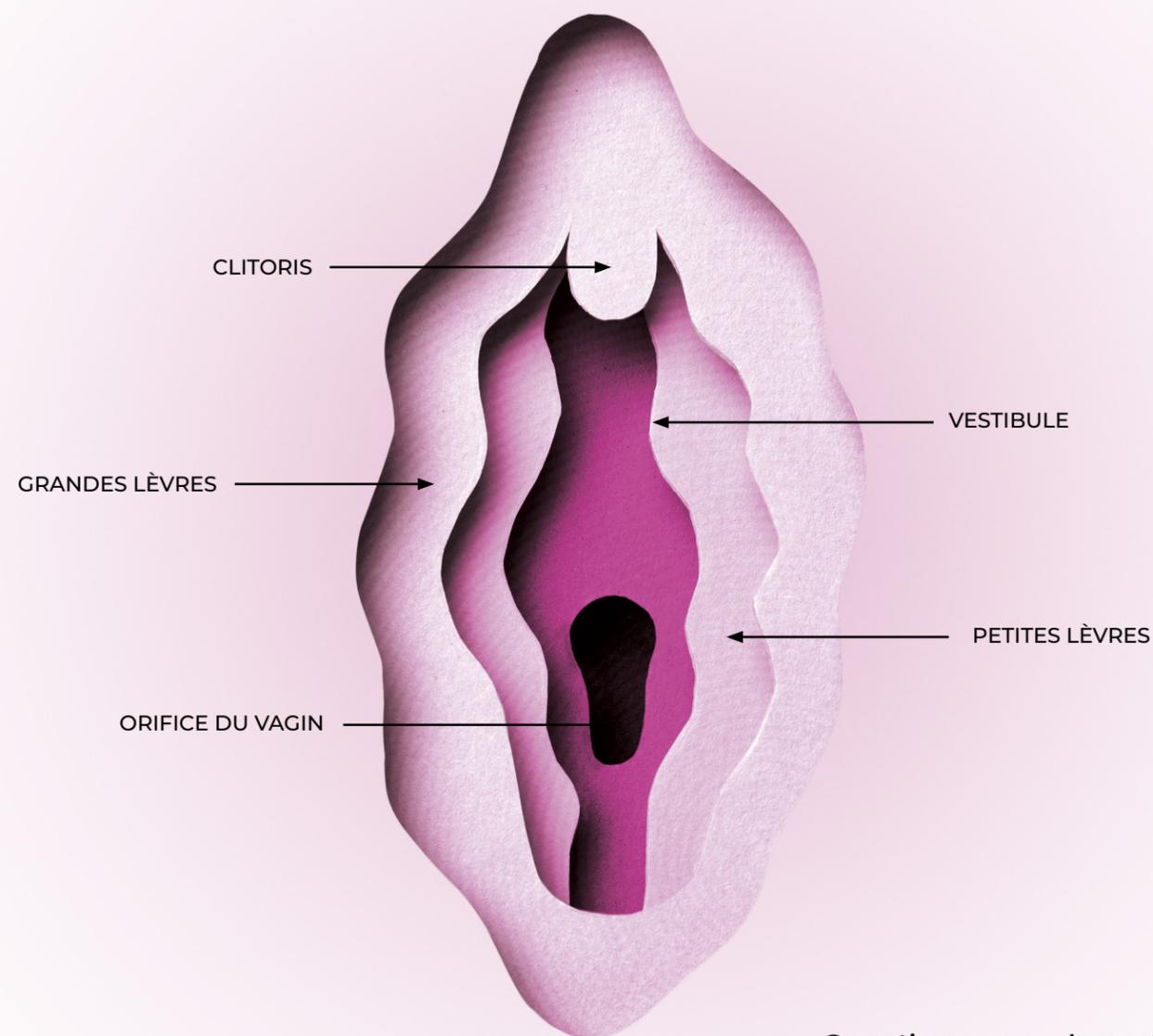
Ces difficultés liées au diagnostic amènent plusieurs personnes à croire que cette douleur est purement psychologique. On estime que seulement 40 % des femmes sont diagnostiquées correctement après avoir vu un ou deux médecins. 36 % des femmes obtiennent

un diagnostic après avoir rencontré trois médecins ou plus. Finalement, c'est près de 25 % qui obtiendront le diagnostic après avoir vu quatre médecins ou plus. Ces données ne tiennent même pas compte de celles qui, par ignorance ou par gêne, n'osent pas consulter.

En raison du faible nombre de chercheurs qui étudient les problèmes liés à la femme, Mélanie Roch a décidé de s'engager dans cette voie. Son objectif est donc de découvrir un traitement efficace pour aider les femmes souffrant de vestibulodynie provoquée. Elle souhaite également que cette recherche mette en évidence le potentiel de l'acupuncture, une approche qu'elle intègre dans sa profession de physiothérapeute. Mélanie Roch contribue ainsi à élargir les connaissances dans le domaine de la santé féminine, ouvrant ainsi la voie à de meilleures solutions thérapeutiques à la vestibulodynie provoquée.

STRUCTURES

superficielles des organes génitaux externes féminins



On estime que seulement

40%

des femmes

sont diagnostiquées

correctement après avoir vu un ou deux médecins.

« Ces difficultés liées au diagnostic amènent plusieurs personnes à croire que cette douleur est purement psychologique. »



DÉFIER LA MORT PAR LA TECHNOLOGIE

HEIDI SIMARD-ROY

Je m'appelle Heidi Simard-Roy et je suis diplômée du programme de soins infirmiers du Cégep de Sherbrooke. Je suis actuellement candidate à l'exercice de la profession infirmière, sur une unité de psychiatrie pour le CIUSSS de l'Estrie. Ce qui m'a motivée à participer au concours de vulgarisation, c'est mon enseignant de Langue et communication, qui nous a encouragés à y prendre part. Ayant travaillé en tant que préposée aux bénéficiaires sur une unité d'hémodialyse, j'ai choisi ce sujet dans le but d'informer la population et de la sensibiliser à la maladie rénale et à son traitement, l'hémodialyse.

En 2020, un adulte sur dix, au Canada, souffrait d'un type d'insuffisance rénale, une maladie qui empêche les reins de filtrer le sang correctement et qui peut être mortelle (Fondation canadienne du rein, 2020). L'insuffisance rénale était, en 2018, la dixième cause de décès au Canada. En effet, si le sang n'est pas filtré, les déchets ne sont pas excrétés dans l'urine. La personne peut donc s'intoxiquer dans ses propres déchets (Malkina, 2023). Autrefois mortelle, l'insuffisance rénale chronique est maintenant maîtrisée, non seulement par la médication, mais aussi par l'hémodialyse. L'hémodialyse est l'utilisation d'un appareil qui permet de filtrer le sang. Le premier patient dialysé fut Clyde Shields, dans les années 1960. Celui-ci a vu sa vie se rallonger de 11 ans, grâce à ce traitement (AIRG, 2011). Pourtant, en 2023, il n'existe toujours aucun traitement curatif pour l'insuffisance rénale chronique. C'est pourquoi il est important de s'informer sur les différentes façons de prévenir cette maladie.

Des héros méconnus de la santé

Discrets, mais pas moins indispensables, les reins sont des organes qui jouent un rôle précieux dans le corps. Ils peuvent être comparés à des gardiens corporels. Ils inspectent minutieusement le sang à la recherche de déchets et les éliminent lorsqu'ils en trouvent. Grâce à la filtration, ils évacuent ces déchets du sang par

l'urine. Les reins sont aussi importants que les poumons et le cœur. Ils ont plusieurs fonctions essentielles au bon fonctionnement du corps. Non seulement ils filtrent le sang, mais ils permettent aussi de réguler la pression artérielle et de fabriquer certaines hormones (Milkina, 2023).

Une maladie silencieuse et fatale

Lorsque nous vieillissons ou que nous avons de mauvaises habitudes de vie, nos reins deviennent plus fatigués et ont de la difficulté à accomplir leur fonction. Parfois, les reins ne fonctionnent presque plus et le sang n'est plus filtré! Dans ce cas, plusieurs problèmes peuvent apparaître. Les symptômes sont silencieux, c'est-à-dire qu'il y en a très peu et qu'ils semblent de moindre importance. Plus les problèmes se multiplient et s'aggravent, plus les symptômes se font ressentir.

Cependant, «on peut perdre plus de 50 % de sa fonction rénale avant que les symptômes apparaissent» (Fondation canadienne du rein, 2020). L'évolution de la maladie comporte cinq stades. Les symptômes commencent à apparaître au troisième stade. La figure de la page suivante décrit les stades de l'insuffisance rénale en lien avec le niveau d'efficacité rénal (DFG).

STADES DE LA MALADIE



Stade 1
Fonction rénale **normale**
Supérieur à 90*

Stade 2
Fonction rénale **légèrement diminuée**
Entre 60 et 89*

Stade 3
Insuffisance rénale **modérée**
Entre 30 et 59*

Stade 4
Insuffisance rénale **sévère**
Entre 15 et 29*

Stade 5
Insuffisance rénale **terminale**
Inférieur à 15*

*DFG (ML/MIN/1,73 M²)

Cette maladie est appelée insuffisance rénale. Les reins n'étant plus en mesure d'éliminer les déchets, il y a accumulation de toxines dans l'organisme. Le corps peut s'intoxiquer, causant ainsi des problèmes graves à d'autres organes. Les reins, nos gardiens corporels, sont aussi responsables de la régulation de la pression artérielle. Si cette pression reste élevée pendant une certaine période, cela peut causer des complications au niveau du cœur et de tout le système circulatoire.

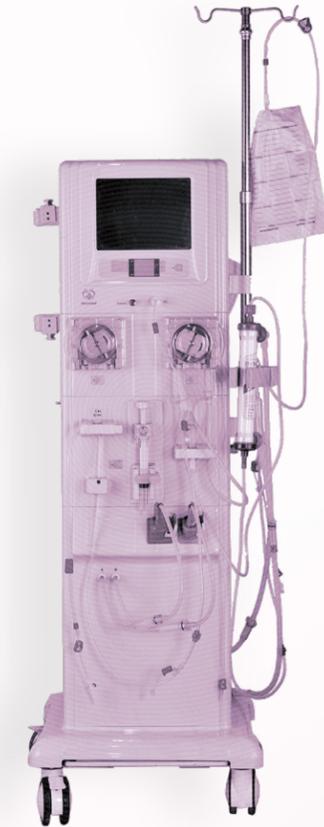
Une invention à double tranchant

Dans le cas d'insuffisance rénale chronique, une maladie incurable et dégénérative, le traitement par la médication s'avère souvent insuffisant. Ainsi, les personnes qui en souffrent doivent avoir recours à l'hémodialyse. Sans être un traitement curatif, celle-ci permet cependant aux personnes malades de maintenir une bonne qualité de vie et de vivre plus longtemps. L'hémodialyse consiste en l'utilisation d'une machine permettant la filtration du sang à la place des reins.

Le traitement est d'une durée de trois à quatre heures et est répété de trois à quatre fois par semaine, et ce, pour le reste de la vie de la personne malade. La fréquence, la durée et les effets secondaires de ce traitement sur la vie des patients ne sont pas à prendre à la légère. D'ailleurs, les traitements prennent beaucoup de temps dans une semaine ce qui rend laborieux le fait de conserver un emploi dans ces conditions. De plus, effectuer le travail de deux jours des reins en quatre heures demande beaucoup d'énergie et est très fatigant.

Processus de traitement.

1. Le sang est prélevé dans les veines.
2. Le sang est pompé, puis envoyé dans un filtre.
3. Une fois filtré, le sang sera immédiatement renvoyé dans le corps du patient.



La prévention c'est la solution!

Bonne nouvelle! Il est possible de prévenir la maladie rénale en adoptant de bonnes habitudes de vie. Voici quelques suggestions pour vous aider à réduire le risque d'avoir des troubles rénaux :

- Buvez suffisamment d'eau! La déshydratation sur une longue période est un facteur de risques de l'insuffisance rénale chronique.
- Évitez la consommation excessive de sel dans l'alimentation! Le sodium favorise la rétention d'eau et empêche les reins de l'éliminer, de même que les déchets.
- Certains médicaments, tels que l'ibuprofène, peuvent être nocifs pour les reins! Il est important de consulter votre pharmacien pour toute nouvelle prescription médicamenteuse.
- Si vous avez des antécédents familiaux de maladies rénales, il est important de faire des suivis avec votre médecin de famille régulièrement!
- Prenez fréquemment votre pression artérielle! Une élévation est un signe d'insuffisance rénale chronique.
- Maintenez un poids santé! L'obésité est un facteur de risque de l'insuffisance rénale.
- Limitez la consommation d'alcool ou de tabac!
- Faites de l'exercice physique régulièrement! (NIDDK, 2016)

En résumé, nos reins sont des héros de notre santé, ils ont plusieurs fonctions, dont la filtration du sang. Lorsque la fonction rénale est atteinte, on parle d'insuffisance rénale. L'hémodialyse est un traitement de l'insuffisance rénale permettant la filtration du sang, elle permet aux personnes malades de vivre plus longtemps, mais affecte aussi la qualité de vie. Il est important de prendre des moyens pour protéger nos reins. C'est la seule façon de diminuer les risques de contracter cette maladie. Finalement, pour soutenir le combat contre la maladie rénale, la Fondation canadienne du rein organise, chaque année, la Marche du rein. Montrez aux personnes atteintes de maladies rénales que vous les soutenez, joignez-vous à la marche!



ARIANE CLOUTIER

Ariane dessine des personnages remplis de douceur et d'anxiété depuis la fin de son baccalauréat en design graphique à l'UQAM (2018). En 2023, ses deux fanzines, « Montréal-Gaspé » et « It'll be alright » (« Apocalypse »), sont doublement sélectionnés aux 24^e prix Bédély, respectivement dans les catégories indépendant francophone et indépendant anglophone. Elle plonge ensuite dans le merveilleux monde de la vulgarisation scientifique grâce à sa participation à la 2^{ème} édition de l'exposition « Chercheuses en BD » produite par le Festival BD de Montréal (2023).

Entre deux crises existentielles, l'illustratrice travaille toujours sur sa première longue bande dessinée — un projet commencé pendant un mentorat offert par les Éditions Front Froid (2020) — et sur plein d'autres affaires.

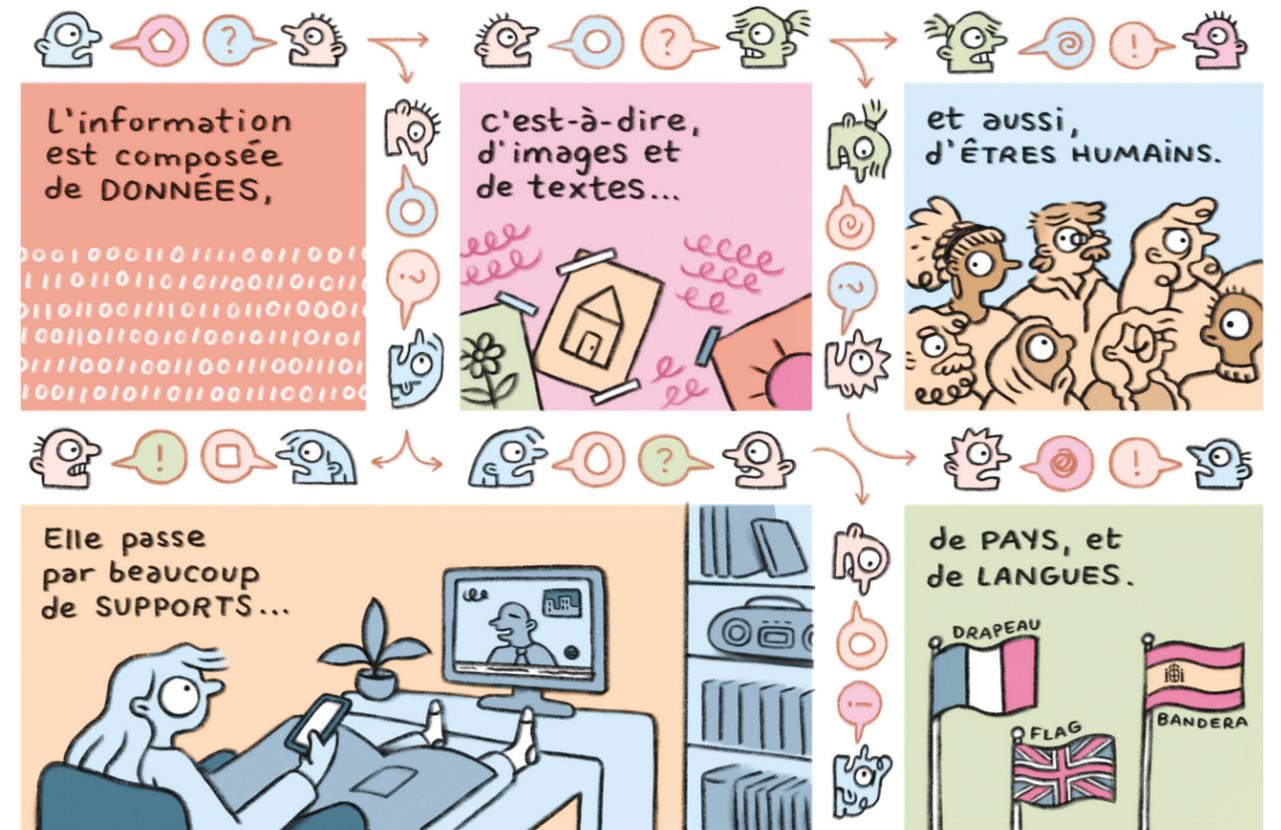


OLIVIER ROBIN

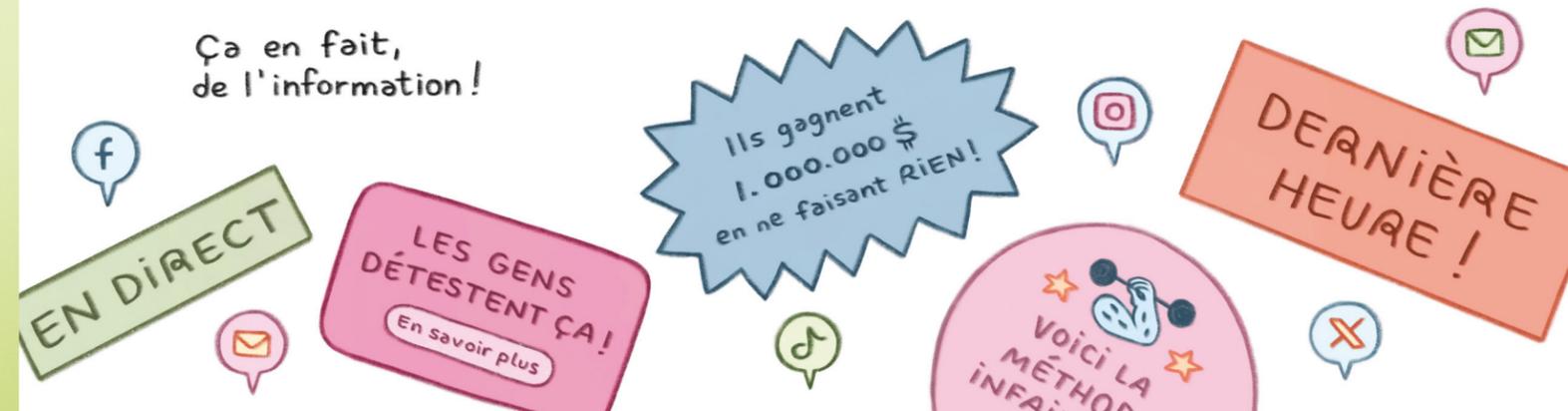
Olivier est spécialiste de l'acoustique et des vibrations et professeur adjoint au département de génie mécanique de l'Université de Sherbrooke (UdeS) depuis septembre 2021. Il est passionné de bande dessinée (BD). Depuis 2018, il a lancé plusieurs initiatives concernant la vulgarisation en BD (collaboration avec des bédéistes du Québec - création d'un cours de vulgarisation scientifique par la BD - coédition de « Dessine Ta Science / Draw Your Science », un recueil bilingue de 188 pages sur la recherche menée à l'UdeS - édition du recueil « Fantastique acoustique » en 2024). Il est également le scénariste de courtes BD de vulgarisation, et de « Tuer Le Peintre » qui a remporté le prix Bédély Indépendant Francophone en 2022 (version autoéditée) et le prix Réal-Fillion du festival Québec BD 2024 (éditions Moelle Graphik).



DES INFORMATIONS ? / DÉSINFORMATION ?



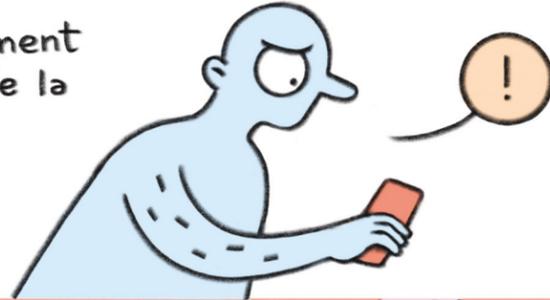
Ça en fait, de l'information!



Mais une **INFORMATION** peut être ...

Exagérée, INFORMA	incomplète, INFO...A_ION	détournée, NOITAMROFI	ou même fausse. HEIN? FAUX ...RMATI... HON!
-----------------------------	------------------------------------	---------------------------------	---

Partager ou diffuser volontairement ces types d'information, c'est de la **DÉSINFORMATION**.



Des fois, elle sert à générer des clics ou des partages.

D'autres fois, la désinformation peut servir à atteindre des objectifs ...

ÉCONOMIQUES (hands holding a money bag)

POLITIQUES (hand putting a ballot in a box labeled 'VOTE')

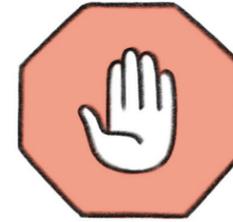
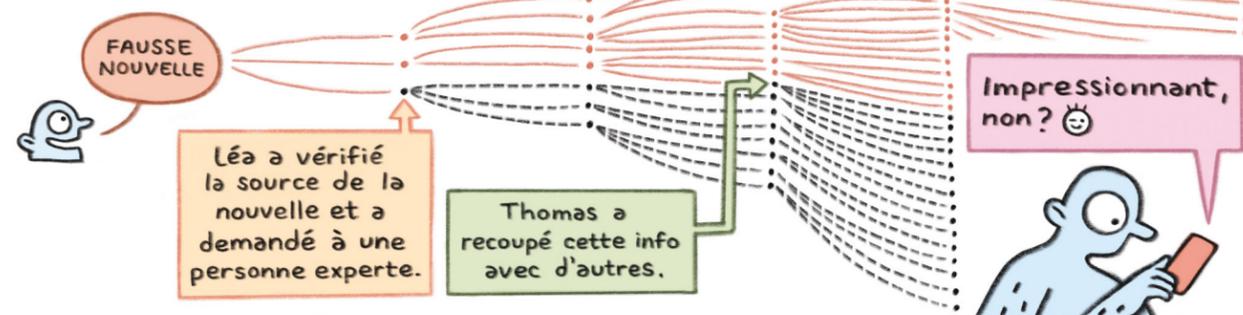
IDÉOLOGIQUES (hands clapping)

Certains groupes (les «lobbies») cherchent à défendre leurs propres intérêts.

OK, mais c'est tu vraiment MAL de partager ces infos !?

Ça dépend! Est-ce que c'est VOLONTAIRE?

On parle de **MÉSINFORMATION** lorsqu'il n'y a pas de mauvaise intention... En tout cas, ce sont des actions très simples qui vont faire qu'une **FAUSSE NOUVELLE** se propage facilement (—) ou se propage moins (---).



Même si vous êtes bien intentionné.e, vos réflexes vont donc beaucoup influencer la manière dont une information, vraie ou fausse va se propager.

Il est important de prendre un temps de réflexion et de se poser bonnes questions :

D'où vient cette info? Quelle personne l'a écrite/dite?

Ce titre, est-ce qu'on y croit vraiment?

Cette info, elle est basée sur quoi? Une expertise solide? Ou une émotion?

Et vous? Comment vous sentez-vous avec cette information?

Dans une heure, dans une journée ... Est-ce qu'elle sera encore pertinente?

HEIN?!

L'ours caporal a vraiment existé, et des gens font de la nécrobotique??!

La désinformation peut transformer un RIEN en un raz-de-marée ...

Une vague incontrôlable qui peut avoir un énorme impact sur nos sociétés et frapper des personnes, proches ou non. Gardons l'œil et l'esprit ouverts, et cliquons bien!

Recherches astucieuses





LA CHIMIE COMPUTATIONNELLE : le jeu vidéo des chercheurs

ÉRIKA ROBIDAS

Je m'appelle Érika Robidas, je termine présentement mon parcours au cégep en Sciences de la nature et je commencerai bientôt mes études à l'Université de Sherbrooke, en chimie. Bien que mon article traite de la recherche, je compte plutôt me diriger vers l'enseignement. Puisque, en plus des sciences, j'aime également la littérature, j'ai eu du plaisir à unir les deux par la vulgarisation, et je crois que je pourrais retrouver ce plaisir dans l'enseignement. De plus, écrire un article sur la chimie computationnelle et sur le projet de mon frère Raphaël m'a permis de mieux comprendre et d'apprécier le travail qu'il accomplit. Ça m'a aussi donné l'occasion de partager avec d'autres mes découvertes sur cette branche méconnue et pourtant fort intéressante de la chimie. J'espère que cet article pourra en inspirer quelques-uns.

Raphaël Robidas, étudiant au doctorat à l'Université de Sherbrooke, a toujours aimé les jeux vidéo. Aujourd'hui, il crée un « jeu », son logiciel CalcUS, qui permet de rendre plus accessible une méthode de recherche nouvelle et méconnue : la chimie computationnelle.

Comprendre le monde à travers un écran d'ordinateur

Dans un laboratoire à Montpellier, en France, le professeur Xavier J. Salom-Roig est troublé. En changeant de catalyseur pour sa réaction chimique, il a, étrangement, obtenu un produit différent. Il a beau répéter l'expérience, cela ne lui est pas d'une grande aide pour comprendre ce phénomène, car il ne peut qu'observer le résultat final. Il lui faudrait plutôt être capable de regarder directement les atomes et les molécules réagir au ralenti...

Eh bien, se souvient-il, c'est désormais possible... grâce à des modèles informatisés! C'est en effet ce que vise la chimie computationnelle, une méthode scientifique en plein essor avec l'avènement de l'informatique. Celle-ci utilise souvent la mécanique quantique, « star » de notre époque, dans le but de répondre à une question fondamentale : comment les lois de la nature fonctionnent-elles, et comment peut-on s'en servir pour améliorer le sort des générations présentes et futures? Par exemple, lorsqu'un médicament entre en contact avec l'eau de votre corps, remplit-il sa fonction, ou bien est-il simplement éliminé, vous laissant avec vos malheurs?

Cette technologie nécessite cependant des connaissances approfondies en informatique. C'est ici qu'entre en jeu Raphaël Robidas et son logiciel CalcUS, une plateforme gratuite et téléchargeable partout sur la planète depuis 2021, ayant pour but de faciliter la recherche en chimie computationnelle. Ainsi, plutôt que de se perdre dans un labyrinthe de programmation, les chercheurs peuvent utiliser une sorte de jeu vidéo... menant à des découvertes bien réelles!

Journée typique d'un « joueur »

Imaginons un chercheur en chimie computationnelle. Le matin, en prenant son café, il démarre dans son navigateur web son jeu préféré : CalcUS. Il désire vérifier le résultat des calculs lancés la veille. Ces calculs peuvent prendre une fraction de seconde ou quelques semaines. Bien qu'il utilise son ordinateur domestique, ce dernier est connecté à une bête bien plus puissante : un superordinateur. Ces redoutables engins sont constitués de milliers de boîtes d'ordinateurs reliées par un méandre de fils, afin que ceux-ci puissent communiquer entre eux et se répartir les calculs. Le superordinateur le plus performant au monde a la même capacité que 1,2 millions d'ordinateurs domestiques!

Maintenant que notre joueur est connecté, il sélectionne une « mission ». Peut-être qu'un fabricant d'écrans veut savoir quel matériau lui permettrait d'obtenir une couleur rouge plus frappante. Ou bien un chercheur en biochimie n'est pas certain si son nouveau médicament se propagera correctement dans le corps du patient ou s'il ira plutôt camper dans les cellules grasses, devenant inutile. C'est à notre chercheur-joueur de répondre à ces questions.

But et règles du jeu

L'objectif de ces calculs : découvrir la cause de réactions chimiques inexplicées. En réalité, on connaît les équations physiques qui décrivent tous les comportements des atomes... mais on ne peut pas les résoudre. Avec notre conception actuelle des mathématiques et de la logique, c'est tout simplement impossible.

Un des « ennemis » auquel le joueur fait face porte le nom de *problème à n corps*. Imaginez des boules de billard sur une table... sauf qu'elles sont constamment en mouvement. Comment pourriez-vous être certain que votre coup fera rentrer la boule 7 dans le trou? Elle pourrait entrer en collision avec la boule 4 en chemin. Et cette boule 4, peut-être avait-elle rebondi sur le côté? Peut-être que c'était à cause de notre boule 7, quelques secondes plus tôt? Maintenant, imaginez qu'il y a des centaines, voire des milliers de ces boules, les électrons, et que chacune influence les autres sans arrêt. Impossible de prédire leur comportement!

Un autre ennemi qu'il rencontre, c'est la géométrie des molécules. Comme ces dernières peuvent bouger, elles changent toujours de position en 3D, bien qu'elles aient des postures préférées.

Cette fois, voyez-les comme des patineuses artistiques. Si, par un malencontreux hasard, deux athlètes effectuent une arabesque trop près l'une de l'autre, elles risquent d'entrechoquer leurs patins... Maintenant, imaginez des centaines de patineuses (quel désastre!).

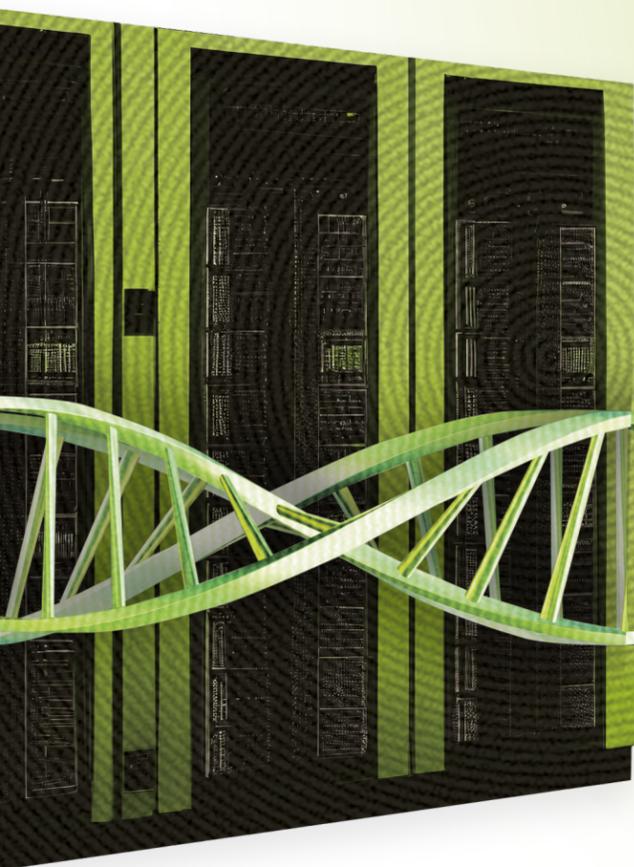
Comment notre joueur fait-il, dans ce cas, pour parvenir à ses fins? Eh bien, il utilise des modèles approximatifs, qui reposent souvent sur les lois quantiques. Il peut, par exemple, demander à un superordinateur de calculer la position de chacun des atomes à chaque « femtoseconde », soit un milliardième de seconde!

L'importance de l'arrangement en 3D des molécules dans l'ADN

Les molécules d'adénine et de thymine se « donnent la main », tout comme la guanine et la cytosine, ce qui fait en sorte que les deux brins de notre ADN restent liés.

Le superordinateur « Béluga »

Ce superordinateur montréalais a été inauguré en 2019. Il est 300 000 fois plus rapide qu'un ordinateur personnel et possède 67 000 fois plus d'espace de stockage.



Comment on y joue?

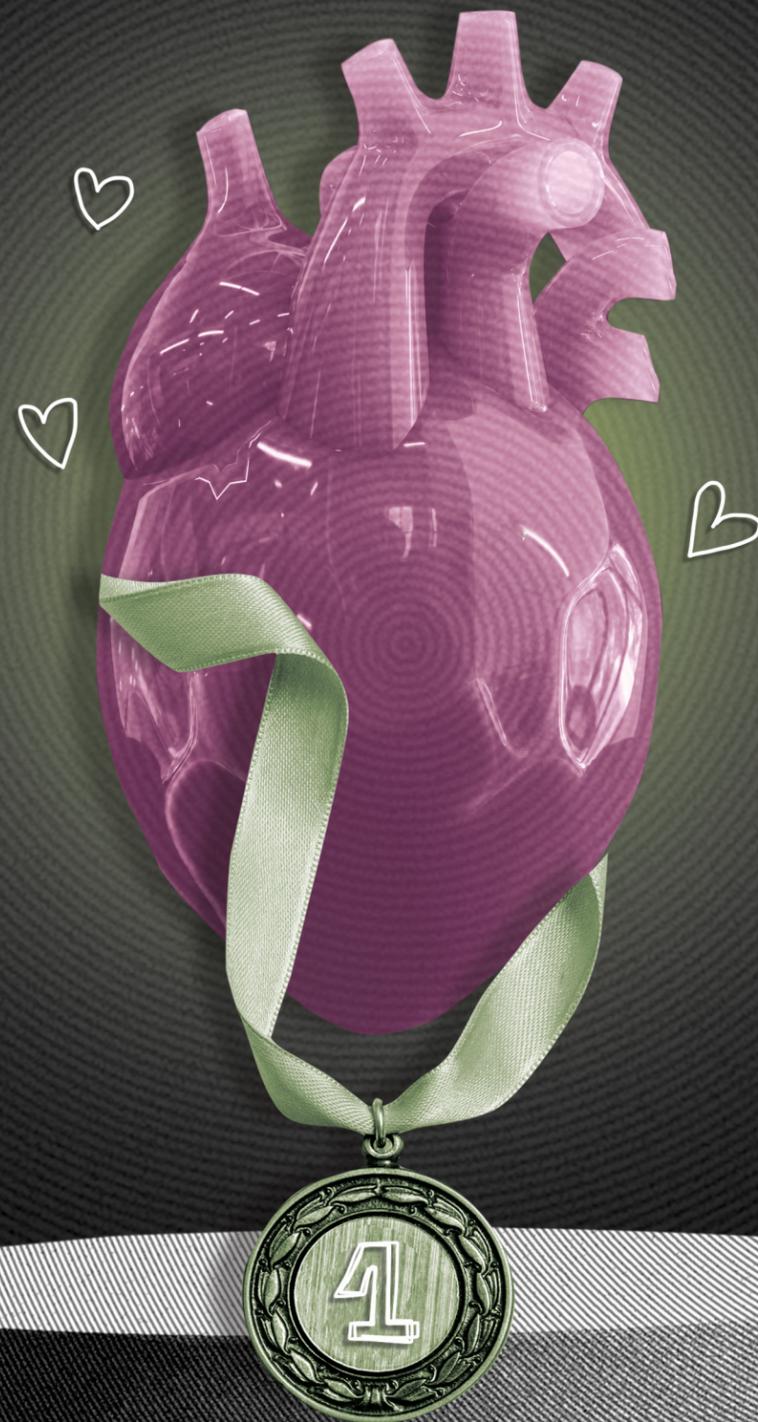
Les modèles utilisés en chimie computationnelle sont très complexes. C'est pourquoi, grâce à CalcUS, le joueur n'a qu'à sélectionner le modèle et le type de calcul de son choix et ils seront directement appliqués à la molécule ou à la réaction qui l'intéresse. En effet, lorsque notre chercheur lance un nouveau projet dans CalcUS, il fait face à une multitude de choix. Il peut inscrire le nom d'une molécule (par exemple, la caféine) ou bien en dessiner une en 2D en sélectionnant le type d'atome et de liaison. Ensuite, il ne suffit que d'un clic de souris pour ramener automatiquement sa molécule en 3D, dans sa position optimale. Il peut alors la soumettre à différents calculs.

Dans le cas d'une réaction, il voudra notamment connaître l'énergie nécessaire pour que trois ou quatre réactions similaires se produisent. Grâce à cela, il peut déterminer laquelle requiert le moins d'énergie, ce qui indique que la majorité des molécules réagissent ainsi dans la vie réelle. Finalement, dans un monde idéal, il peut compléter ses « missions ». Monsieur, voici le matériau idéal pour vos écrans. Madame, vous pouvez ingérer ce médicament. Bien sûr, les résultats ne sont pas toujours aussi concrets, mais ils contribuent toujours à faire avancer la science.

« L'utilisation du logiciel CalcUS est simple et intuitive. »

Un onglet vers l'avenir

« La chimie computationnelle, dit Raphaël Robidas, c'est une sorte de microscope atomique qui permet de manipuler les molécules mêmes et de voir directement comment elles réagissent. » Ce faisant, elle répond à des questions qui paraissent impossibles et effectue une quantité de calculs humainement irréalisables. Le rôle du logiciel sherbrookoise CalcUS, c'est de rendre ce domaine plus accessible. Plus il y a de nouveaux chercheurs et de visibilité, plus il y a d'avancées! Mais le rêve de tout chimiste computationnel, selon les chercheurs allemands Stefan Grimme et Peter R. Schreiner, serait d'être en mesure de simuler des réactions avant même de les essayer en laboratoire. Il ne s'agirait plus seulement de comprendre des réactions inexplicées, mais également d'en imaginer d'autres et de ne conserver que celles qui ont du potentiel. Cela pourrait permettre de sauver de l'argent, des ressources et, surtout, du temps. Mais d'ici là, il faudra montrer aux nouveaux chercheurs tout l'attrait de la chimie computationnelle. En ce sens, CalcUS pourrait bien être une pièce maîtresse dans le jeu de la recherche scientifique.



À VOS MARQUES, PRÊTS, ASSEMBLEZ!

ÉLICIA CHAPUZET

Bonjour, mon nom est Élicia Chapuzet. Je suis actuellement dans ma dernière session du programme de Sciences de la nature, en profil Sciences pures et appliquées. Typiquement, les étudiantes et les étudiants qui optent pour ce profil souhaitent poursuivre des études en génie, ce qui est exactement mon cas. L'année prochaine, je commencerai mon baccalauréat en génie mécanique, à l'École de Technologie Supérieure (ÉTS). Mon objectif est de cheminer vers le génie biomécanique, une branche moins connue de l'ingénierie. Cette dernière permet d'utiliser la mécanique et la technologie afin d'améliorer la qualité de vie des individus. En fait, un exemple de création biomécanique est le sujet de ma vulgarisation scientifique. C'est pourquoi ce sujet me tient tant à cœur.

Le 3 décembre 1967, dans une salle d'opération sud-africaine, Christiaan Barnard entame la première greffe cardiaque au monde. C'est une procédure complexe et inédite. Le récipiendaire du nouvel organe, Louis Washkansky, décèdera 18 jours après l'opération. Malgré l'apparence décevante de cette première transplantation, elle pavera le chemin pour le futur médical, donnant naissance dès 1969 à une procédure répandue dans le monde entier.

Une maladie universelle

L'insuffisance cardiaque fait des milliers de victimes chaque année. Cette maladie apparaît généralement avec la vieillesse. Le cœur est un muscle qui peut s'épuiser avec le temps. Cette fatigue empêche l'organe de pomper efficacement le sang dans le corps entier entraînant un manque d'oxygénation pour les organes. Les conséquences se résument en un essoufflement constant ainsi qu'en une importante difficulté à accomplir des tâches quotidiennes. Seul un faible pourcentage des personnes souffrant d'insuffisance cardiaque a accès aux traitements actuellement sur le marché puisque ce sont des procédures très invasives, difficilement supportées par un corps déjà affaibli.

Traitements disponibles pour l'insuffisance cardiaque sévère :

- Transplantation cardiaque
- Carmat : un cœur artificiel
- HeartMate : une pompe cardiaque

Les nouveaux héros

En 2015, à l'ETS (École des technologies supérieures), de brillants étudiants tentent de développer une pompe cardiaque minimalement invasive qui pourrait offrir un avenir sans symptômes aux 98 % des personnes qui ne sont pas admissibles aux traitements actuels. Les trois étudiants sont Jade Doucet-Martineau (étudiante en génie mécanique à l'ETS), François Trudeau (étudiant en génie robotique à l'ETS) et Gabriel Georges (étudiant en médecine à l'Université de Montréal). Gabriel Georges, ayant vu son grand-père souffrir de cette maladie, aimerait trouver une solution fiable et simple. En 2023, c'est exactement ce qu'ils ont réussi à accomplir au sein de leur propre compagnie, *Puzzle Medical Devices*, établie à Montréal. Cette compagnie a développé la pompe nommée *ModulHeart*, une pompe cardiaque qui s'assemble directement dans le corps du patient, comme des LEGO. Ils dirigent maintenant une équipe de 25 employés et sont financés par le gouvernement canadien.



François Trudeau, Jade Doucet-Martineau et Gabriel Georges, fondateurs de la compagnie Puzzle Medical Devices et récipiendaires du Prix de l'entreprise du Centech la plus prometteuse

Crédit photo : Marc-Olivier Bécotte

50

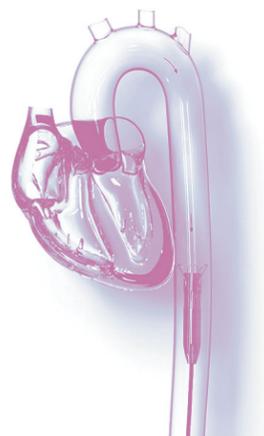
L'espace à la mer

L'idée de l'assemblage fut d'abord abordée par l'équipe lors d'un cours d'initiation à l'entrepreneuriat. Les étudiants discutaient de la station spatiale internationale et de la façon dont les morceaux sont envoyés individuellement dans l'espace. S'il est possible d'assembler un « bâtiment » spatial morceau par morceau, ils devraient pouvoir faire la même chose avec une pompe dans un corps humain. Selon Jade Doucet-Martineau, il faut voir ceci comme un bateau dans une bouteille. L'entrée est petite, mais le voilier prend toute la place à l'intérieur.

Les besoins menant à l'invention

Mais qu'est-ce que ce qui différencie la pompe de *Puzzle Medical Devices* des autres solutions existantes? Plutôt que d'insérer le produit complet dans le corps, ils assemblent la pompe à l'intérieur du patient, comme les pièces d'un casse-tête. Une pompe traditionnelle vient en un morceau, donc l'incision doit avoir une grandeur minimale pour insérer la pompe, rendant la procédure trop invasive et dangereuse pour quelqu'un qui a déjà le cœur affaibli. Cependant, en réduisant la grosseur de la pompe, la petite hélice devra tourner beaucoup plus

vite pour compenser son manque de surface. Ceci va agir comme un broyeur pour les particules sanguines dans les vaisseaux. C'est leur ingéniosité qui a permis de transformer ces deux problèmes en une solution.



Une représentation de la pompe ModulHeart une fois assemblée dans l'artère.

Crédit photo: Clément Moinardeau; Marc-Olivier Bécotte

Dans la salle d'opération

Le processus révolutionnaire est, malgré son apparence, assez simple une fois que l'idée est mise sur la table. Un cathéter

est inséré directement dans l'aorte, où sont glissées les trois composantes individuelles de la pompe, ainsi que le stabilisateur. Ces quatre pièces sont insérées en série dans le corps, puis sont mises en parallèle, complétant l'assemblage. Excluant l'insertion, la pompe fonctionne traditionnellement, soit avec une hélice et un moteur. Ces derniers accélèrent le sang à la sortie du ventricule gauche pour qu'il ait assez de force pour circuler dans tout le corps. Le cœur devient un vélo électrique, il a un très bon support, mais il doit quand même pédaler un petit peu. Un contrôleur, de la grosseur d'un téléphone intelligent, est implanté sur la poitrine du patient afin de rendre les ajustements de système et le changement des batteries accessibles et faciles. Il est également utilisé pour synchroniser le moteur aux battements cardiaques. Ceci peut sembler encombrant, mais c'est pourtant un autre élément révolutionnaire que les jeunes entrepreneurs ont réussi à intégrer dans leur projet. Actuellement, le contrôleur doit être transporté dans une valise à cause de sa petite taille. Ce n'est qu'une des nombreuses améliorations que les ingénieurs ont implantées dans leur invention.

Tout commence avec les matériaux

Une fois la pompe assemblée dans l'organisme, il faut qu'elle reste en place. Un stabilisateur doit donc impérativement être présent. Pour entrer dans le système, va-t-il falloir faire une incision aussi grosse que si l'appareil était complet à l'entrée? C'est encore une fois un problème qu'a résolu le groupe de chercheurs montréalais, après plusieurs essais. Un matériau peu connu leur est venu à l'esprit : le nitinol. Ce métal est un alliage de nickel et de titane qui, une fois chauffé à une température d'environ 600°C, peut être modelé dans la forme désirée. Puis, une fois refroidi, il sera possible de le déformer à l'infini et il reprendra sa forme d'origine à chaque reprise. Ceci permet d'obtenir une matière que l'on peut écraser et étirer pour la mettre dans le patient, réduisant l'incision et réglant le problème causé par les pompes déjà existantes. Le reste de la pompe est fait en titane, un métal durable et biocompatible.

Du laboratoire aux hôpitaux

Une série de tests rigoureux doit être effectuée pour qu'une invention soit acceptée au Département de la santé du Canada. Le processus complet, de la conception à la commercialisation du produit, prend une dizaine d'années. Une fois le prototype fonctionnel, on le teste dans un circuit fermé, donc

in vitro. Puis, on expérimente sur des vaches, des moutons ou des porcs, car ce sont les animaux avec un système cardiovasculaire semblable au nôtre. Une fois les statistiques comptabilisées et acceptées, il faut tester l'invention sur les humains. À la fin des quatre années obligatoires de tests, les statistiques sont étudiées par le Gouvernement du Canada, qui a le choix d'accepter ou de refuser la commercialisation du projet. Présentement, la pompe *ModulHeart* entame sa deuxième année de tests sur les humains et tous les résultats pointent vers le fait que cette invention est l'une des plus prometteuses dans le monde de la recherche médicale sur les maladies cardiovasculaires.

Un objectif bientôt atteint

Il est donc possible d'affirmer que l'équipe derrière *ModulHeart* va bientôt révolutionner le monde de la biomécanique. Ceci est une victoire indéniable pour la médecine et pour les personnes souffrant d'insuffisance cardiaque. La porte de la robotique est ouverte dans le corps humain, voyons si l'avenir va créer des solutions médicales... ou des cyborgs.

51





RENVERSER LA PARAPLÉGIE : UN PAS À LA FOIS

EMMANUELLE BEAULIEU

Je m'appelle Emmanuelle Beaulieu. Je suis étudiante au cégep de Sherbrooke et fière membre des Volontaires depuis bientôt trois ans. Je termine présentement ma dernière session en Sciences de la nature à distance depuis la Colombie-Britannique. Pour le concours de vulgarisation de cette année, j'ai choisi d'aborder un sujet qui m'intrigue spécialement : la régénération neuronale. Les neurosciences me passionnent depuis plusieurs années déjà, c'est pourquoi je poursuivrai mes études au baccalauréat en neurosciences cognitives à l'Université de Montréal dès l'automne prochain. J'aspire à devenir chercheuse dans le domaine afin de contribuer à notre compréhension du système nerveux, en particulier du cerveau, centre de contrôle du corps humain.

« Il était une fois, quelqu'un de gravement blessé... si gravement, en vérité, qu'il souffrait de paralysie motrice et de la perte de fonctions du corps tenues pour acquises » (Corbet, 1980). Voici ce qu'était la réalité de Barry Corbet, pionnier de l'alpinisme devenu paraplégique à la suite d'un accident d'hélicoptère survenu en 1968. À l'hôpital, il apprend qu'il passera sa vie en fauteuil roulant, car sa moelle épinière est atteinte. Le système nerveux ne se répare pas, car « les neurones ne peuvent se régénérer » (Alloprof, 2024).

Et si c'était faux ?

Dans cet article, nous nous intéresserons à un phénomène qui nous paraissait jusqu'à maintenant impossible : la régénération axonale. Plusieurs expériences en laboratoire visent à comprendre les mécanismes moléculaires derrière ce phénomène d'auto-réparation des neurones. Elles représentent un grand pas, non seulement pour les neurosciences, mais aussi pour la santé publique : c'est une lueur d'espoir pour les 2,5 millions d'individus à travers le monde dans la même situation que Corbet.

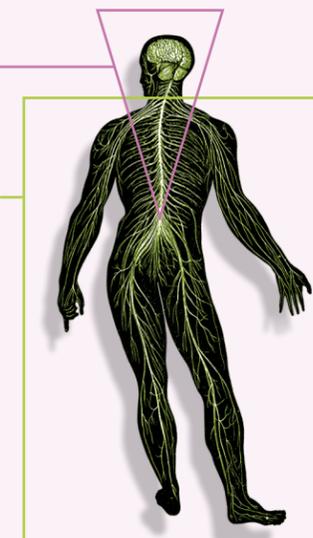
Petit cours du système nerveux

Neurone est le nom donné aux cellules du système nerveux, qui se divise en deux parties : le système nerveux central (SNC) et le système nerveux périphérique (SNP).

LE SYSTÈME NERVEUX

Système nerveux central (SNC)

Système nerveux périphérique (SNP)

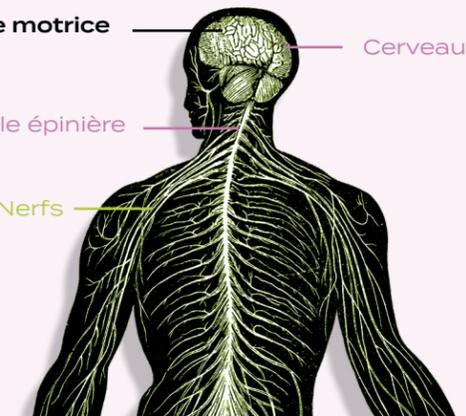


Aire motrice

Moelle épinière

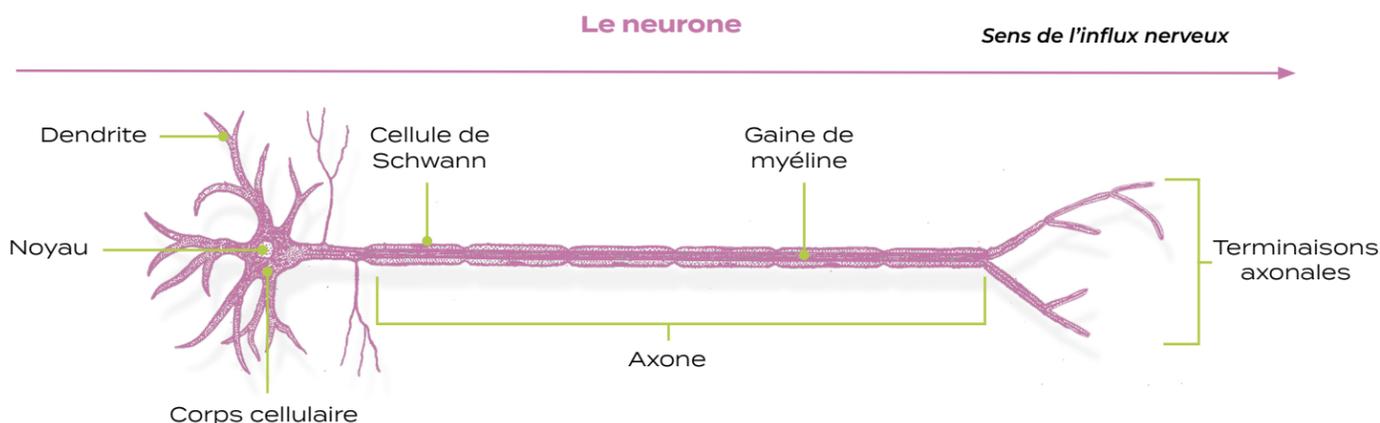
Nerfs

Cerveau



Ensemble, ils produisent et transmettent l'influx nerveux, un signal électrique qui nous permet de contrôler nos membres, nos pensées et nos sensations. La majorité de ces tâches impliquent le cerveau, le centre de contrôle du corps humain. À partir de celui-ci, l'influx nerveux emprunte une autoroute nommée moelle épinière, puis des chemins formés de nerfs du système nerveux périphérique.

On estime que notre système nerveux prend 0,75 seconde pour réagir à un stimulus visuel, par exemple un feu de circulation qui change du rouge au vert. Impressionnant, non ? La vitesse de l'influx nerveux peut atteindre 100 mètres par seconde, soit 360 km/h ! C'est à la myéline que revient tout le mérite : en enveloppant l'axone, elle agit comme un isolant, prévenant la perte de courant et accélérant la vitesse de propagation de l'activité électrique.



Quand ça craque

Un traumatisme (accident de voiture, chute, blessure sportive) peut causer la lésion de la moelle épinière. Concrètement, le choc écrase et détruit les axones, rendant les neurones incapables de transmettre le signal nerveux. Sans autoroute, le message n'atteint pas les muscles et il devient impossible de bouger ses membres : c'est la paraplégie.

Étudier la régénération

Il est maintenant connu dans la littérature scientifique que le SNP a la capacité d'activer une régénération axonale à la suite d'une lésion nerveuse. Autrement dit, on sait qu'après une blessure à un nerf périphérique, un mécanisme de réparation s'active et permet de réparer son axone. Ce phénomène est particulièrement observé dans le ganglion dorsal rachidien (DRG), pont entre la moelle épinière (SNC) et les nerfs périphériques (SNP).

Voilà le sujet de recherche de Léa Ferreira, étudiante au Master en Biotechnologies à l'Université de Grenoble en France. Son projet visait à comprendre davantage les mécanismes de régénération en utilisant un modèle de souris.

Une question éthique

Note pour les âmes sensibles et les amoureux des animaux : je trouve important de relever le débat éthique que représente l'utilisation d'animaux à des fins expérimentales. Je reconnais à la fois la cruauté et l'ingéniosité de la méthode, mais « [...] la recherche et les tests sur les animaux ont joué un rôle dans presque chaque percée médicale du siècle dernier. Cela a permis de sauver des centaines de millions de vies à travers le monde [...] » (Ryan, [s.d.]). Étant moi-même préoccupée par cet enjeu en m'affiliant à ce projet, je trouvais important de l'aborder sous ses deux facettes. Pour pousser votre propre réflexion

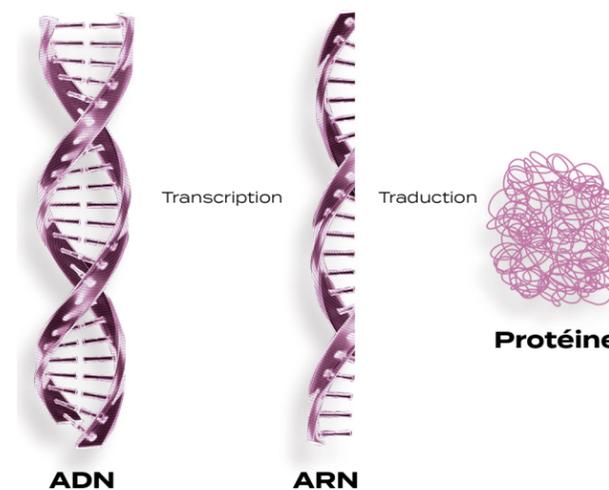
sur le sujet, je vous invite à consulter l'article suivant : [Veissier, I., « Expérimentation animale : biologie, éthique, réglementation », *INRA Prod. Anim.*, no12, Theix, 1999, p.365-375.] Toutefois, lors de l'expérience de Léa Ferreira, les procédures sur les souris ont été réalisées en respectant l'éthique des recherches impliquant des tests sur les animaux et ont été supervisées par un chercheur expérimenté. Les souris ont été séparées en deux groupes : expérimental et témoin (souris saines servant de comparatif). Les souris du premier groupe ont été anesthésiées. On a pincé l'un de leurs nerfs périphériques, le nerf sciatique, afin de simuler une blessure au système nerveux humain. L'incision a été refermée, puis les résultats ont été récoltés trois jours plus tard. D'ailleurs, les souris sont l'espèce la plus utilisée en recherche médicale puisque 80 % des gènes produisant des protéines chez les humains sont retrouvés dans des versions similaires dans le génome des souris. Elles sont ainsi des modèles idéaux pour l'étude de troubles génétiques.

Petit cours de génétique

Nos cellules produisent constamment des molécules essentielles à notre organisme : anticorps, hémoglobine, sucres, hormones, etc. La régénération des neurones est un processus complexe qui peut se comparer à la *synthèse des protéines*. Pour reconstruire l'axone brisé, les cellules doivent produire les différents matériaux qui le composent, comme la myéline.

Votre information génétique est protégée comme un trésor à l'intérieur du noyau de vos cellules : l'acide désoxyribonucléique (ADN). C'est l'encyclopédie de votre corps, dont chacun des chapitres correspond à un gène. En fait, chaque gène est responsable de décrire une caractéristique : couleur des cheveux, forme du visage, grandeur, etc.

Synthèse des protéines



Pour synthétiser (construire) une protéine, vos cellules enchainent deux étapes :

1. Transcription : Un message appelé ARN messager est fabriqué en reproduisant une copie du gène; c'est la recette de la protéine.

2. Traduction : L'ARN messager apporte la recette au ribosome, le cuisinier de la cellule. Il suit les instructions de l'ARN pour produire la protéine voulue.

Détecter la régénération par les gènes

Puisque chaque protéine produite est associée à des ARN et gènes spécifiques, il est possible de détecter où se déroule la régénération en analysant la présence des ARN des différents gènes. *Atf3*, *Gap43*, *Spr1a*, *Sox11* et *Gadd45a* : inutile de retenir chacun de ces noms bizarroïdes, on les appelle les RAG (Regeneration-Associated Genes).

Dans son laboratoire, Léa Ferreira a analysé la présence des RAG pour deux groupes de souris et sur trois DRG; les ganglions lombaires 3, 4 et 5 (L3, L4 et L5 sur la figure). Ces ganglions sont intéressants à étudier puisqu'ils innervent le nerf sciatique, qui est celui endommagé lors de l'étude. Voyez les résultats par vous-même sur l'image ci-dessous. La coloration mauve indique la présence du messager (ARN) associé au gène *Atf3*, reconnu comme ayant un lien avec la régénération.

- La coloration mauve dans la rangée du bas signifie qu'il y a bel et bien eu des mécanismes de régénération enclenchés pour les souris ayant subi la blessure.

- La coloration mauve diminue de gauche à droite. On peut en conclure que les différents DRG ont tous exprimé le gène *Atf3*, mais apparemment à différents niveaux : le ganglion lombaire 3 (DRG-L3) semble répondre davantage à la blessure que les deux autres.

Lors de son expérience, Léa Ferreira a également pu identifier un nouveau gène associé à la régénération, nommé *Flrt3*. Les équipes de recherche comme la sienne contribuent grandement à notre connaissance du système nerveux. En comprenant les mécanismes de régénération au niveau moléculaire, peut-être saurons-nous un jour le stimuler ? Si nous pouvons réveiller notre esprit avec une simple tasse de café en matinée, pourrions-nous élaborer une substance pour réveiller les RAG un jour ?

La première phrase de cet article a été tirée de *Options*, un livre de Barry Corbet regroupant les témoignages de victimes de lésions à la moelle épinière. Pour vous inspirer davantage de ce modèle de résilience, je vous invite à visionner *Full Circle : au commencement était la chute*. Ce documentaire met en image l'héritage de l'alpiniste lui-même, et, surtout, la capacité de transcender les limites physiques dans l'atteinte de nouveaux sommets d'accomplissement personnel.

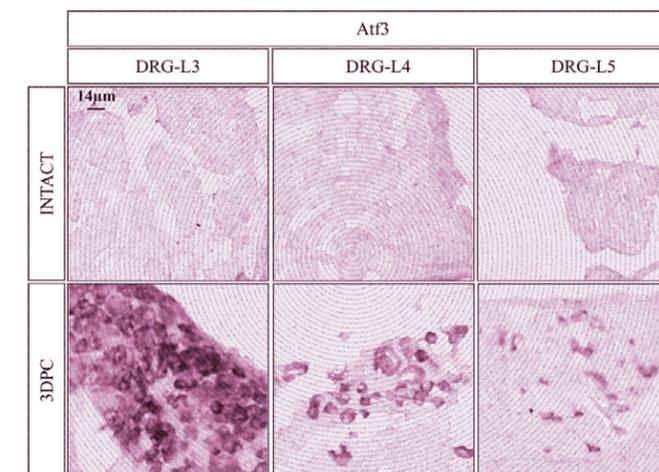


Figure
Léa Ferreira

Société et au-delà

4





UN DÉCIBEL À LA FOIS

JÉRÉMIE HATIER

Je m'appelle Jérémie Hatier et me passionne pour les sciences depuis que je suis tout petit. C'est pourquoi j'étudie présentement en quatrième session du programme Sciences de la nature au Cégep de Sherbrooke. Je me dirige d'ailleurs vers le baccalauréat en physique à l'Université Laval, l'automne prochain. Dans le but de partager mon amour pour les mathématiques et la physique, je souhaite me rendre jusqu'au doctorat, que ce soit en astrophysique, en cosmologie ou en physique des matériaux. J'envisage aussi de devenir professeur et chercheur dans mon domaine. Parlant de recherche, en raison de mon engagement dans le projet SET-O, un projet du Cégep de Sherbrooke mené par la professeure Johanne Roby, j'ai décidé d'aborder le sujet de la pollution sonore dans mon essai pour sensibiliser la population étudiante à ses effets insoupçonnés.

Vous avez bien fêté lors de votre réveillon ? Que ce soit en raison des innombrables discussions de vos « matantes » ou grâce à votre légendaire victoire aux cartes, vous vous êtes bien amusé ! Toutefois, après toutes ces émotions, la fatigue ne tarde pas à vous trouver. Une fois dans votre lit, cependant, c'est plutôt vous qui ne trouvez pas le sommeil, et, contre toutes attentes, la faute n'est pas au 3^e morceau de bûche que vous avez mangé. Vous devriez plutôt blâmer la pollution sonore !

La pollution sonore ? Sans blague ?

Eh oui, c'est bel et bien à cause de la pollution sonore que vous serez complètement exténué le lendemain (ça ne veut pas dire pour autant que la part de bûche était une bonne idée !). Mais qu'entend-t-on exactement par la « pollution sonore » ? Selon le Gouvernement du Québec, il s'agit de l'intégralité des bruits environnementaux qui se rendent à nous. Autrement dit, c'est l'entièreté des bruits que nous entendons au quotidien. Vous avez bien lu : même votre cousin, parlant pour la huitième fois de son voyage aux Bahamas, est une source de pollution sonore. Toutefois, il n'est pas l'unique responsable de cette pollution. En effet, elle peut être produite par des équipements de chantier, des véhicules de transport ou même un voisin passant la tondeuse à 6h un dimanche matin.

Rien d'anormal là, non ? Qu'est-ce que ces bruits-là peuvent bien me faire ?

Excellente question : ces bruits font partie de notre vie de tous les jours, alors pourquoi leur accorder soudainement une attention particulière ? La réponse est

toute simple : rappelez-vous votre lendemain de réveillon. Votre grande fatigue illustre le fait que la pollution sonore a des effets concrets sur la santé humaine, le premier étant l'insomnie. Cela est dû à la réaction primitive du cerveau face à un bruit d'origine inconnue. Puisque ce dernier était synonyme de prédateur, lorsque nous étions encore Hommes de Cro-Magnon, le cerveau se préparait inconsciemment à fuir, sécrétant de l'adrénaline, l'hormone du stress. Cette dernière augmente la pression artérielle et crée un sentiment d'alerte (imaginez-vous la sensation ressentie lors d'une prise de parole en public). C'est ce sentiment précis qui peut vous garder éveillé la nuit : votre cerveau, ressentant un danger, refuse de vous laisser vous endormir.

Heureusement, cette conséquence, causée par un niveau sonore faible, est plutôt bénigne. C'est lorsque le degré d'exposition est plus élevé que les problèmes plus sérieux surviennent. Souvenez-vous que l'adrénaline augmente la pression artérielle. Lorsque l'exposition au son est prolongée et de haute intensité, comme dans le cas d'ouvriers d'usine, cette augmentation de la pression sanguine favorise les problèmes cardiaques. En effet, le cœur doit pomper le sang plus fort et se fatigue plus rapidement, ce qui peut causer, par exemple, une crise cardiaque. Le bruit induit également une certaine perte de l'audition. Celle-ci peut être temporaire, comme à la sortie d'un vigoureux spectacle, ou permanente, lorsque les cellules ciliées (cellules auditives) sont fortement endommagées.

Aïe, c'est sérieux! Que faire pour m'éviter tout ça ?

Imaginez-vous dans votre douche. Combien de temps pensez-vous pouvoir rester sous l'eau chaude sans avoir mal? Estimons qu'après 1h, vous ressentirez les effets de brûlures (ceci n'est qu'une image et n'est absolument pas à reproduire à la maison! De plus, vous manquerez sûrement d'eau chaude!) Imaginez-vous maintenant près d'une casserole d'eau bouillante. Si vous y trempez votre doigt, vous vous brûlerez immédiatement. Le son a un effet similaire sur le corps : une longue et faible exposition est équivalente à une courte et forte exposition en termes d'impact sur votre santé. C'est pourquoi, en réalité, il n'existe pas de limite précise d'exposition, seulement une quantité de son à ne pas dépasser après un certain laps de temps (voir figures 1A et 1B).

Tableau 1A Comparaison entre niveaux sonores		
Feux d'artifice	À la limite de la douleur	140 dB
Moteur à réaction		130 dB
Sirène d'urgence		120 dB
Trombone	Extrêmement bruyant	110 dB
Hélicoptère		100 dB
Séchoir à cheveux		90 dB
Camion	Très bruyant	80 dB
Trafic automobile	Bruyant	70 dB
Conversation	Modéré à silencieux	60 dB
Pluie modérée	Faible	50 dB
Réfrigérateur		40 dB
Chuchotement		30 dB
Bruissement de feuilles		20 dB
Respiration normale		10 dB
Bruit le plus faible		0 dB

Figure 1A – Comparaison entre niveau sonore en décibels et niveau sonore commun
SONO MAG, dB(A) et dB(C)

Tableau 1B Limites d'exposition au bruit pour un niveau de référence de 85 dBA		
Coefficient d'équivalence de 3 dBA	Durée quotidienne maximale admissible (heures)	Coefficient d'équivalence de 5 dBA
Niveau admissible, dBA		Niveau admissible, dBA
85	8	85
88	4	90
91	2	95
94	1	100
97	0,5	105
100	0,25	110

Figure 1B – Limites d'exposition au bruit pour un niveau de référence de 85 dBA
CCHST, Limites d'exposition au bruit au Canada

Ainsi, puisqu'il n'est pas possible de déterminer une valeur limite exacte, comment savoir si nous sommes à risque et comment s'en prémunir? La réponse est bien simple : il est primordial de prendre conscience de nos habitudes pour nous adapter et diminuer notre exposition au minimum raisonnable : écouter Metallica au volume maximal toute la journée n'est probablement pas recommandable. Qu'en est-il toutefois des 100 millions d'individus dans le monde, selon un récent rapport de l'OMS, qui sont exposés annuellement à du bruit d'intensité jugée très dommageable pour la santé et qui n'ont aucun contrôle sur leur situation?

Malheureusement, il faut se fier à la bonne foi des gouvernements et des directions d'entreprise pour instaurer les normes présentées dans ces rapports. Ces dernières peuvent consister, par exemple, en une limite maximale de 100 dB dans l'environnement de travail (voir figure 1A) ou en une obligation de porter de l'équipement de protection individuelle (bouchons et oreillettes).

Cela peut sembler acceptable, mais un problème se dégage rapidement : seulement 18 juridictions dans le monde ont des réglementations strictes quant à la pollution sonore. Autrement dit, chacun est plus ou moins laissé à lui-même. Il vous serait, par exemple, bien difficile d'exiger seul que le train passant à travers la ville de Sherbrooke réduise significativement

le bruit de son sifflet! On réalise ainsi que le pouvoir des citoyens est malheureusement assez limité pour l'instant.

Autrement dit, les carottes sont cuites ?

Heureusement, pas tout à fait, non! Un groupe de recherche du Cégep de Sherbrooke mené par la professeure Johanne Roby, en collaboration avec le professeur en acoustique Olivier Robin (Université de Sherbrooke), étudie présentement la pollution sonore à Sherbrooke, et ce, pour mieux outiller les citoyens et citoyennes. En obtenant des données en matière de pollution sonore, le regroupement espère établir des corrélations entre position géographique et intensité sonore pour mieux cibler les sources problématiques.

Ces corrélations se traduiront en des pistes de solutions plus concrètes et plus réalistes pour les différents paliers de gouvernements dans le but de favoriser la santé des Québécois, telles qu'une forte incitation à l'utilisation de véhicules électriques, du vélo ou même de la marche comme moyens de transport, ces derniers étant très silencieux. De plus, à long terme, en se regroupant avec d'autres associations dans le monde, le groupe espère pouvoir étendre les retombées de son modèle à une échelle internationale.

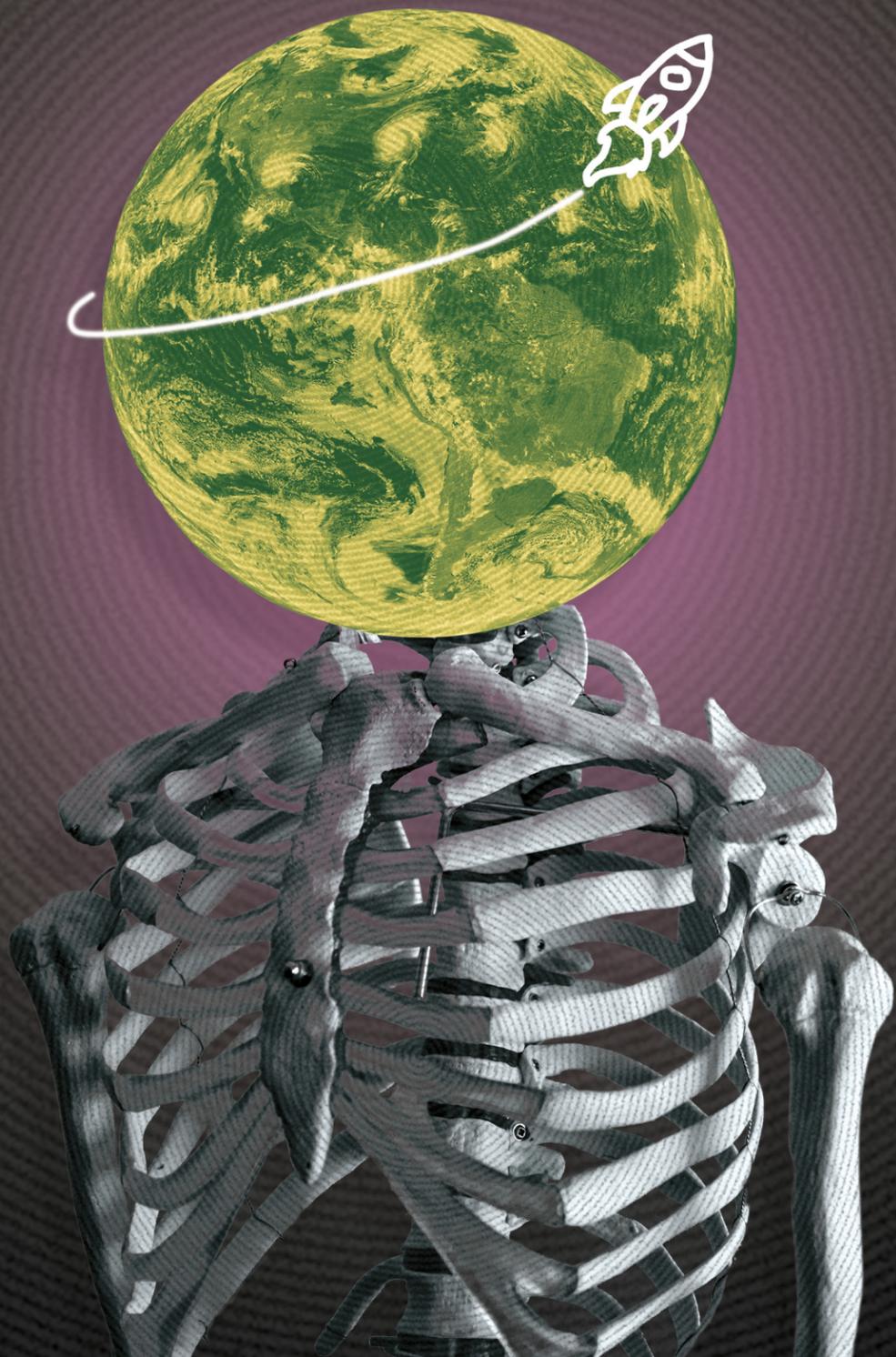
En plus de favoriser la santé québécoise, ces mesures mèneront à une plus grande tolérance dans notre société. En effet, le stress est un facteur causant directement l'intolérance et l'impatience. Une récente étude de Wypych et Bilewicz démontre même un lien entre le stress et le racisme. En diminuant la pollution sonore, nous ouvrons notre société aux autres. De plus, selon un rapport de l'INSPQ (Institut National de Santé Publique du Québec), les dégâts financiers causés par la pollution sonore, tels que des dévaluations immobilières, s'élèvent à près de 700 millions de dollars au Québec.

Ces dégâts causent également du stress pour celles et ceux qui les subissent! Diminuer la pollution sonore aura donc des effets positifs sur plusieurs aspects de notre société.

En somme, des solutions existent, mais il faudra temps et efforts avant de pouvoir affirmer que la pollution sonore est sous contrôle. Toutefois, pour assurer une vie plus saine et plus agréable à l'ensemble de la population, il est indispensable d'agir. Que ce soit en réfléchissant à vos propres actions ou en conscientisant autrui, vous avez le pouvoir d'améliorer la situation. Malgré tout, cela n'empêchera probablement pas votre cousin de vous parler à nouveau des belles plages du Sud...

« Cela peut sembler décent, mais un problème se dégage rapidement : seulement 18 juridictions dans le monde ont des réglementations strictes quant à la pollution sonore. »

10



Vulgariser pour inspirer!



LA VIE, ICI ET AU-DELÀ

MÉLYANE DESROCHERS

Jesuis étudiante au cégep de Sherbrooke en Sciences de la nature, dans le profil santé. J'ai choisi ce programme pour la raison classique : m'ouvrir toutes les portes. Bien que cette formation soit principalement axée sur les sciences, mes intérêts professionnels m'attirent ailleurs. À ce stade de ma vie, j'explore toujours différentes voies pour mon futur. Une des options que je considère, bien qu'elle soit éloignée de mon domaine actuel, est de devenir pilote d'avion. Mon texte de vulgarisation, qui explore le champ de l'exobiologie, découle de ma passion pour l'espace. Depuis mon enfance, j'ai été attirée par l'espace, au point de rêver de devenir astronaute. C'est cette fascination pour ce qui se trouve au-delà de notre atmosphère, qui m'a poussée à aborder ce sujet. À travers ce sujet, j'espère non seulement approfondir ma propre compréhension du sujet, mais aussi susciter intérêt et curiosité chez les autres.

Des Na'vi de la forêt de Pandora, dans *Avatar*, au ver des sables, dans *Dune*, en passant par la célèbre espèce des Wookiees dans *Star Wars*, la science-fiction ne manque pas de créativité pour imaginer des êtres vivant sur d'autres planètes. Ces créations imaginaires débordent d'êtres étranges, mais, au-delà de nos écrans, une question persiste : la vie est-elle possible ailleurs ?

À ce jour, nous ne connaissons qu'une seule planète porteuse de vie, la nôtre. Mais cela ne signifie pas que l'univers est vide de vie. Malgré le manque de signes évidents, il est de plus en plus probable qu'une biologie extraterrestre soit présente. L'exobiologie est une discipline qui étudie la vie dans l'univers et ces questions sont au cœur de cette science.

Néanmoins, il ne s'agit pas d'une discipline facile. En réalité, l'exploration de la vie dans l'univers s'avère être une tâche des plus complexes, une énigme qui ne peut pas être résolue par une seule discipline. Lorsque nous évoquons l'existence extraterrestre, notre imagination nous transporte souvent vers des images de petits hommes verts ou d'espèces sophistiquées arrivant sur Terre à bord de vaisseaux spatiaux. Cependant, ces représentations relèvent du domaine de la science-fiction. Alors, qu'en est-il de la réalité ?

Que signifie anaérobie ?

Un organisme anaérobie survit sans oxygène, utilisant des voies métaboliques différentes, comme la fermentation, pour produire de l'énergie.

Le passé pour comprendre le futur

Si l'on souhaite explorer les mystères au-delà de notre Terre, par où commencer ? Un point de départ logique (et sûrement le seul) nous conduit à observer notre planète bleue connue comme étant le seul endroit pour abriter la vie. Alors, comment les exobiologistes abordent-

ils ce défi ? Ils suivent la méthode de la « grande analogie ». En bref, ils utilisent leurs connaissances sur la genèse et l'évolution sur Terre pour imaginer comment ces principes pourraient s'appliquer à d'autres environnements de l'univers, y compris notre propre système solaire. Ainsi, la clé pour dynamiser l'exobiologie réside dans la compréhension de l'origine de la vie sur notre propre planète.

La question qui se pose désormais est la suivante : que connaissons-nous de la vie sur Terre ? Nous savons que son apparition remonte à environ 3,8 milliards d'années, probablement dans les profondeurs des océans. À cette époque, la Terre était très différente de ce que nous connaissons aujourd'hui. Si vous aviez été présents, respirer aurait été tout un défi, car il n'y avait ni oxygène ni couche d'ozone. Dans ce contexte, les radiations étaient abondantes, nous amenant à la conclusion que les premières formes de vie devaient être anaérobiques et capables d'éviter les radiations.

Pour ces raisons, les scientifiques estiment que ces premières formes ont trouvé refuge dans les profondeurs océaniques, où les radiations étaient moins intenses. La présence d'eau liquide et de molécules organiques constitue nos premiers indices cruciaux sur les conditions nécessaires à l'émergence de la vie. Selon notre compréhension, les océans ont joué un rôle central dans le transport de ces molécules, créant une sorte de « vaste soupe primitive ». Dans ce mélange complexe, l'hypothèse est que les bonnes molécules se sont rencontrées de manière fortuite, au bon moment et au bon endroit. C'est de cette manière que l'on pense que la vie est apparue.

Survivants de l'inhospitalier

En scrutant les multiples formes de vie qui captivent notre attention au quotidien, il devient évident que la biodiversité est d'une ampleur incroyable. Chaque jour, nous découvrons de nouvelles variétés d'organismes qui vivent dans des endroits que nous pensions autrefois inhospitaliers à toute forme d'existence. On les appelle extrémophiles. Ces organismes sont fréquemment rencontrés dans l'histoire évolutive de la planète. Remontant à plusieurs milliards d'années, les extrémophiles ont prospéré dans des conditions extrêmes. Ces micro-organismes montrent une résilience exceptionnelle puisqu'ils sont capables de survivre à des températures dépassant les 100°C. Leur habitat s'étend également à des environnements hostiles tels des rivières acides ou des lacs fortement salés, contribuant ainsi à fixer les limites de la vie. Les extrémophiles nous offrent un éclairage précieux sur la potentialité de la vie dans des environnements encore plus inhospitaliers, comme l'espace.

C'est ainsi que les exobiologistes se sont posé une question fondamentale : la vie peut-elle subsister dans l'espace? Pour répondre à cette question, ils y ont fait beaucoup d'expériences... Des bactéries et d'autres micro-organismes y ont été envoyés, exposés au vide intersidéral et aux radiations spatiales réelles, en les plaçant à l'extérieur de la Station spatiale internationale (SSI) pendant plusieurs mois. Le résultat de ces expériences a été concluant, car de nombreux micro-organismes ont réussi à survivre dans ces conditions extrêmes. C'est une sorte de révolution, car cela nous amène à nous

demander où, ailleurs dans l'univers, la vie peut-elle survivre. Naturellement, notre premier point d'observation est notre propre système solaire.

Initialement, nous avons porté notre attention sur la Lune, que nous avons explorée. Cependant, aucun signe de vie n'y a été détecté. Cela nous conduit donc à concentrer notre exploration sur d'autres horizons.

Europe

Europe, la lune de Jupiter, présente une surface constituée de glace. Sous cette apparence glacée, un certain phénomène intéresse les scientifiques : la possibilité d'un océan liquide, un phénomène qui serait possible grâce à la chaleur de flexion. Cette dernière est produite lorsque la lune est déformée par les forces des marées de Jupiter, créant de la chaleur à l'intérieur de la glace. Au fond de ce monde océanique, il est concevable que nous puissions trouver des bouches hydrothermales et des volcans. Sur Terre, de telles caractéristiques supportent souvent des écosystèmes divers. Europe pourrait-elle héberger la vie?

Titan

Titan, la lune de Saturne, se distingue en tant que seule lune du système solaire dotée d'une atmosphère substantielle. Cette atmosphère est principalement composée d'azote, un élément chimique essentiel à la fabrication des protéines, fondamental pour toute forme de vie connue. Des observations radar récentes ont révélé la présence de rivières et de lacs de méthane et d'éthane sur Titan,

suggérant même la possibilité de cryovolcans. Malgré la distance importante qui la sépare du Soleil, les abondantes substances chimiques disponibles sur Titan ont soulevé des spéculations selon lesquelles des formes de vie - potentiellement avec une chimie fondamentalement différente de celles des organismes terrestres - pourraient y exister.

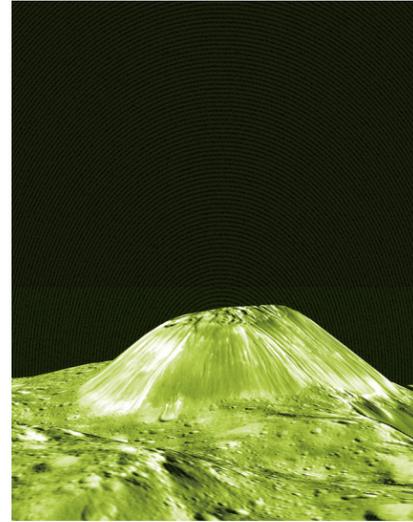


Schéma d'un cryovolcan

Source et crédit photo: NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA

Qu'est-ce qu'un cryovolcan ?

C'est un volcan de glace. Au lieu de lave, ces volcans éjectent des éléments volatils comme de l'eau, de l'ammoniac ou du méthane.

Mars

Mars, une planète qui présente des similitudes remarquables avec la Terre, suscite un vif intérêt scientifique. Dotée d'une journée de 24,5 heures, de calottes glaciaires polaires dynamiques qui évoluent au gré des saisons et d'une diversité de caractéristiques de surface façonnées par l'eau au fil de son histoire, Mars se positionne comme l'un des univers les plus intrigants du système solaire, ce qui en fait un candidat très intéressant pour la vie. L'étonnante détection de méthane sur Mars intensifie notre fascination. Bien que l'origine précise de ce gaz reste inconnue, la possibilité qu'il soit lié à des processus biologiques ajoute un élément de mystère. Les chercheurs, captivés par ces indices, poursuivent leurs investigations pour élucider les secrets de la planète rouge et déterminer si Mars a pu abriter, ou abrite peut-être encore, des formes de vie.

Au delà des étoiles

Toutefois, la quête pour trouver de la vie ailleurs ne s'arrête pas là. Grâce à des instruments sophistiqués, les exobiologistes ont récemment pu étendre leur regard au-delà du système solaire où des milliers d'exoplanètes y ont été détectées. Les scientifiques estiment désormais qu'il y a au moins une planète par étoile dans l'univers, ce qui signifie qu'il pourrait y avoir plus d'un milliard, voire un billion, voire un trillion d'exoplanètes. Ce chiffre dépasse de loin le nombre de grains de sable sur Terre. Ainsi, dans cet univers immense, affirmer qu'il y ait une absence de vie ne revient-il pas à plonger un verre dans l'océan et à conclure que celui-ci n'abrite pas de poisson ?

Schéma de la surface de Mars

Les scientifiques considèrent que certaines traces pourraient potentiellement être des signes d'eau liquide.



Qu'est-ce qu'une exoplanète ?

Une exoplanète est toute planète située au-delà de notre système solaire. La plupart orbitent autour d'autres étoiles.

MÉDIAGRAPHIE

Vulgariser et valoriser la science : changer de monde et changer le monde (p.10)

- Alterio, M., & McDrury, J. (2003). Learning Through Storytelling in Higher Education : Using Reflection and Experience to Improve Learning. Routledge.

- Chevalier, Y. (2004). « Du partage des compétences citoyennes à la médiation intuitive du savoir social dans les médias français. » Dans J.-P. Metzger, Médiation et représentation des savoirs (p. 171-186). l'Harmattan.

- Eco, U. (1979). Lector in fabula = Le rôle du lecteur, ou la Coopération interprétative dans les textes narratifs. Grasset.

- Fayard, P., & Arboleda, T. (2003). « Vers la co-génération du savoir? Impact des T.I.C. sur le savoir public des sciences et des techniques. » Dans C. Le Boeuf, J.-V. Pioli, & N. Péliissier (Éds.), Communiquer l'information scientifique—Éthique du journalisme et stratégies des organisations. [Ressource électronique]. Paris : Harmattan, 2003.

Lumière sur le combat bactéries et végétaux (p.17)

- « Des bactéries trompeuses se créent un habitat idéal », sur le site Université de l'Université de Sherbrooke, publié le 4 mars 2022, [https://www.usherbrooke.ca/etudes-medecine/actualites/nouvelles/details/47085], (consulté 20 septembre)

- Lajeunesse, Gaële, [et al.], « Light prevents pathogen-induced aqueous microenvironments via potentiation of salicylic acid signaling », sur le site Nature Communications, publié le 9 février 2023, [https://www.nature.com/articles/s41467-023-36382-7?fbclid=IwAR0w-vuMP-yKvGnmX6DXaHT0gpc63s3BQP4gPwwmPSCZyoJMaowBgbjtX8NM], (consulté le 14 septembre)

- Millette, Valérie, « Lumière sur le mystère de l'immunité végétale », sur le site Université de Sherbrooke, publié le 8 mai 2023, [https://www.usherbrooke.ca/biologie/actualites/nouvelles/details/50187], (Consulté le 20 septembre)

- Ontario, ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales, « Maladies bactériennes de la tomate : Tache bactérienne, moucheture bactérienne, et chancre bactérien », sur le site Gouvernement de l'Ontario, publié le 18 janvier 2022, [https://www.ontario.ca/fr/page/maladies-bacteriennes-de-la-tomate-tache-bacterienne-moucheture-bacterienne-et-chancre#section-3], (consulté le 22 septembre)

- Qi, Junsheng, [et al.], « Apoplastic ROS signaling in plant immunity », sur le site ScienceDirect, publié le 13 mai 2017, [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369526617300730], (Consulté le 24 septembre)

- Roussin-Léveillé, Charles, [et al.], « Evolutionarily conserved bacterial effectors hijack abscisic acid signaling to induce an aqueous environment in the apoplast », sur le site Cell Host & Microbe, publié le 4 mars 2022, [https://doi.org/10.1016/j.chom.2022.02.006], (Consulté le 16 septembre)

Les bactéries modifiées, agents secrets en mission! (p.21)

Entrevue informelle

- « Des bactéries modifiées pour contrer la résistance aux antibiotiques », [enregistrement audio], entrevue avec Nancy Allard, stagiaire postdoctorante, Université de Sherbrooke, propos recueillis par deux étudiants du Cégep de Sherbrooke, 12 janvier 2024, Sherbrooke, dans le cadre du concours de vulgarisation scientifique Vulgariser pour inspirer!, 58,59 minutes.

Références électroniques

- Bernier, Jean-Claude, « Le couteau suisse de la génétique Nobélisé », sur le site Médiachimie, Donner matière à l'avenir, publié le jeudi 8 octobre 2020, [https://www.mediachimie.org/actualite/le-couteau-suisse-de-la-g%C3%A9n%C3%A9tique-nob%C3%A9lis%C3%A9], (consulté le 14 janvier 2024).

- Corniou, Marine, « Des bactéries modifiées à l'assaut des infections intestinales », sur le site Québec Science, publié le vendredi 1 décembre 2023, [https://www.quebecscience.qc.ca/sciences/les-10-decouvertes-de-2022/bacteriesmodifiees- assaut-infections-intestinales/], (consulté le 20 décembre 2023).

- « Découverte marquante à l'UdeS contre la résistance aux antibiotiques », sur le site Université de Sherbrooke, publié le jeudi 12 janvier 2023, [https://www.usherbrooke.ca/biologie/actualites/nouvelles/details/49090], (consulté le 14 janvier 2024).

- « Les réponses à vos questions sur les infections et les antibiotiques », sur le site Santé.fr, publié le vendredi 4 mars 2022, [https://www.sante.fr/antibiomalin-pour-savoir-comment-bienutiliser-les-antibiotiques/les-reponses-a-vos-questions-sur-les-infections-et-lesantibiotiques# source-info], (consulté le 25 décembre 2023).

- « Microbiote intestinal (flore intestinale), Une piste sérieuse pour comprendre l'origine de nombreuses maladies », sur le site Inserm publié le lundi 18 octobre 2021, [https://www.inserm.fr/dossier/microbiote-intestinal-flore-intestinale/#comprendre-ler-%C3%B4le-du-microbiote-intestinal], (consulté le 12 janvier 2024).

- « Mise en garde des experts de l'OMS : contrôlez la consommation d'antibiotiques, ou les médicaments ne seront plus efficaces », sur le site Organisation Mondiale de la santé, publié le jeudi 23 novembre 2023, [https://www.who.int/europe/fr/news/item/23-11-2023- control-antibiotic-mi-suse-or-the-drugs-won-t-work--warn-who-experts], (consulté le 10 janvier 2024).

- Muylaert, Adeline, Résistances bactériennes aux antibiotiques : les mécanismes et leur « contagiosité », [pdf],[https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/168957/1/Résistances%20bactériennes%20antio.pdf], (consulté le 20 décembre 2023).

- Neil, Kevin, « High-efficiency delivery of CRISPR-Cas9 by engineered probiotics enables precise microbiome editing », sur le site EMBOpress, publié le mardi 19 octobre 2021, [https://www.embopress.org/doi/full/10.15252/msb.202110335], (consulté le 14 janvier 2024).

- « Résistance aux antibiotiques », sur le site Institut Pasteur, publié en mai 2021, [https://www.pasteur.fr/fr/centre-medical/fiches-maladies/resistance-aux-antibiotiques], (consulté le 20 décembre 2023).

- « Résistance aux antibiotiques », sur le site Organisation Mondiale de la santé, publié le vendredi 31 octobre 2020, [https://www.who.int/fr/news-room/factsheets/detail/antibiotic-resistance], (consulté le 14 janvier 2024).

Images d'un site internet

- Brocard, Sophie, « Conjugaison du gène », sur le site Franceagro3, [https://www.franceagro3.org/le-transfert-horizontal-de-genes/], (consulté le 2 février 2024).

- « Une technique qui découpe l'ADN pour mieux la réparer », sur le site leem, les entreprises du médicament, publié le jeudi 25 avril 2019, [https://www.leem.org/crispr-cas9], (consulté le 14 janvier 2024).

- « Microbiote intestinal », sur le site Inserm, [https://www.inserm.fr/dossier/microbioteintestinal- flore-intestinale/#comprendre-ler-%C3%B4le-du-microbiote-intestinal], (consulté le 14 janvier 2024).

À la guerre contre le cancer (p.27)

Livre

- Urry, Lisa et al. Campbell Biologie 5e édition, Montréal, Éditions du renouveau pédagogique Inc. (ERPI), 2020, 1411 p.

Ouvrage de référence électroniques

- Cha, Jong-Ho, et al. « New Approaches on Cancer Immunotherapy », Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine, vol. 10, numéro 8 : a036863, [s.l.], août 2019, 16 p. [https://perspectivesinmedicine.cshlp.org/content/10/8/a036863], (consulté le 11 octobre 2023).

- Dubois, Manon et al. « L'immunothérapie, une révolution en oncologie », Med Sci, vol. 35, numéro 12, Paris, décembre 2019, p. 937-945, [https://www.medecinesciences.org/en/articles/medsci/pdf/2019/12/msci90115.pdf], (consulté le 17 septembre).

- Garaude, Johan, « Mobiliser l'immunité innée dans le traitement des cancers », Med Sci, volume 29, numéro 11, Paris, novembre 2013, p. 985-990, [https://doi.org/10.1051/medsci/20132911014], (consulté le 17 septembre).

- Jordan, Bertrand, « Immunothérapie 'CAR-T' : une autorisation qui fait date », Med Sci, volume 33, numéro 11, Paris, novembre 2017, p. 1003-1006, [https://doi.org/10.1051/medsci/20173311020], (consulté le 17 septembre).

- Meunier, Marie-Christine et al. « Immunothérapie anti-cancer sans dommages collatéraux », Med Sci, volume 22, numéro 10, Paris, octobre 2006, p. 794-795, [https://www.medecinesciences.org/en/articles/medsci/full_html/2006/09/medsci20062210p794/medsci20062210p794.html], (consulté le 17 septembre).

- Tartour, Éric et al. « Immunothérapie des cancers : succès récents et perspectives », Med Sci, volume 27, numéro 10, Paris, 21 octobre 2011, p. 833-841, [https://www.medecinesciences.org/fr/articles/medsci/pdf/2011/08/medsci20112710p833.pdf], (consulté le 17 septembre).

- Olive, D. « L'immunologie : les bases pour comprendre les traitements actuels et à venir », Revue des Maladies Respiratoires Actualités, vol. 12, numéro 2, Marseille, octobre 2020, p. 2S31-2S35, [https://doi.org/10.1016/S1877-1203(20)30081-1], (consulté le 11 octobre 2023).

- Pons-Tostivint, Elvire et al. « Comparative Analysis of Durable Responses on Immune Checkpoint Inhibitors Versus Other Systemic Therapies : A Pooled Analysis of Phase III Trials », JCO Precision Oncology, [s.l.], février 2019, 10 p. [https://ascopubs.org/doi/pdf/10.1200/PO.18.00114?role=tab], (consulté le 17 septembre).

Page Internet

- « Comment le cancer se forme, se développe et se propage », sur le site Société canadienne du cancer, [https://cancer.ca/fr/cancer-information/what-is-cancer/how-cancer-starts-grows-and-spreads], (consulté le 12 septembre). SCC1

- « Immunothérapie », sur le site Société canadienne du cancer, [https://cancer.ca/fr/treatments/treatment-types/immunotherapy], (consulté le 12 septembre). SCC2

- « Immunothérapie », sur le site Fondation québécoise du cancer, [https://cancerquebec.ca/information-sur-le-cancer/traitements-cancer/immunotherapie/], (consulté le 11 octobre 2023).

- « Le système immunitaire », sur le site Société canadienne du cancer, [https://cancer.ca/fr/cancer-information/what-is-cancer/immune-system#ci_the_immune_system_88_109_00], (consulté le 12 septembre). SCC3

- « Statistique sur le cancer 2021 », sur le site Gouvernement du Canada, [https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/rapports-publications/promotion-sante-prevention-maladies-chroniques-canada-recherche-politiques-pratiques/vol-41-no-11-2021/statistiques-canadiennes-cancer-2021.html], (consulté le 11 octobre 2023).

Ça pique ma curiosité : la vestibulodynie provoquée traitée par l’acupuncture (p.31)

- « Rencontre d’informations », [enregistrement vidéo], entrevue avec Mélanie Roch, doctorante à l’Université de Sherbrooke, TEAMS, propos recueillis par Coralie Dandurand, 14 décembre 2023, Sherbrooke, dans le cadre du concours de Vulgarisation Scientifique, 15 minutes.

- Cumming, Benjamin, « Structures superficielles des organes génitaux externes féminins », [image de référence], dans les notes de cours de Bélangier, Hélène, « Anatomie phénotype XX typique », Anatomie-neuro-physiologie de la sexualité et ITSS, déposé sur Moodle, UQAM, Automne 2022. (consulté le 12 décembre 2023).

- Équipe de recherche du CRCHUS. « Douleurs vulvovaginales. » Laboratoire de recherche en Santé pelvienne. 2023. https ://www.santepelvienne.ca. (consulté le 12 décembre 2023).

- Falsetta, Megan., Foster, David C., Woeller, Collynn., et al. « Toll-like receptor signalling contributes to proinflammatory mediator production in localized vulvodynia », National Library of Medicine, vol 22, n^o1, 2018, p.52-57. https ://doi.org/10.1097/LGT.0000000000000364. (consulté le 12 décembre 2023)

- Gunter, Jen. The Vagina Bible. Random House Canda, Toronto, 2019. (consulté le 12 décembre 2023).

- Loflin, Bobbi Jo., Westmoreland, Kearsten., et Toedter Williams, Nancy. « Vulvodynia : A Review Of the Literature », Sage Journals, vol 35, n^o1, 2018. https ://doi.org/10.1177/8755122518793256. (consulté le 12 décembre 2023).

- Mayo Clinic staff. « Acupuncture. » Mayo Clinic. 12 octobre 2023. https ://www.mayoclinic.org/tests-procedures/acupuncture/about/pac-20392763. (consulté le 12 janvier 2023).

- Mayo Clinic staff. « Vulvodynia. » Mayo Clinic. 01 septembre 2023. https ://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/vulvodynia/diagnosis-treatment/drc-20353427. (consulté le 12 décembre 2023).

- Morin, Mélanie. « Dry Needling for Provoked Vestibulodynia. » Clinical Trials. 21 avril 2023. https ://classic.clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT05797480?term=dry+needling&cond=provoked+vestibulodynia&draw=2&rank=1. (consulté le 12 décembre 2023).

- National Vulva Association. NVA. 2023. https ://www.nva.org/.(consulté le 12 décembre 2023).

- Chronic genital pain, or Provoked vestibulodynia. Réalisé par University of British Columbia. Interprété par UBC Sexual Health Research. Youtube, 2017. https ://www.youtube.com/watch?v=DeJX8n423TA. (consulté le 12 décembre 2023).

68 Défier la mort par la technologie (p.35)

Site internet

- AIRG, « La transplantation rénale pré-emptive : Traitement de choix de l’IRC », 15 octobre 2011, [https ://www.airg-france.fr/wp-content/uploads/2011/10/Mourad-Txpreemptive .pdf], cinquième diapositive, (consulté le 30 octobre 2023).

- Fondation canadienne du rein, « Face aux faits », 2020, [https ://rein.ca/KFOC/media/images/Face-aux-faits-2020.pdf], mis à jour le 25 mars 2020, (consulté le 30 octobre 2023).

- Fondation du rein, « Qu’est-ce que la dialyse? », [https ://fondation-du-rein.org/quest-ce-que-la-dialyse/], (consulté le 30 octobre 2023).

- Malkina, Anna, Le Manuel Merck, « Maladie rénale chronique », [https ://www.merckmanuals.com/fr-ca/accueil/troubles-r%C3%A9naux-et-des-voies-urinaires/insuffisance-r%C3%A9nale/maladie-r%C3%A9nale-chronique-mrc], mis à jour mars 2023, (consulté le 30 novembre 2023).

- NIDDK, [https ://www.niddk.nih.gov/health-information/kidney-disease/chronic-kidney-disease-ckd/prevention/prevention-des-maladies-re-nales-chroniques], mis à jour en octobre 2016, (consulté le 30 octobre 2023).

Illustration

- Haute Autorité de Santé, « Guide du parcours de soins – Maladie rénale chronique de l’adulte (MRC) », 1er juillet 2021, mis à jour en septembre 2023, (consulté le 30 octobre 2023).

- Wanicon, Flaticon, « Dialyse », 2023, [https ://www.flaticon.com/fr/icones-gratuites/dialyse], (consulté le 30 octobre 2023).

La chimie computationnelle : le jeu vidéo des chercheurs (p.45)

- « Béluga : The latest supercomputer for Canadian researchers », sur le site McGill, [https ://www.mcgill.ca/newsroom/channels/news/beluga-latest-supercomputer-canadian-researchers-296494], (consulté le 5 novembre 2023).

- Douat, Claire, « Etude d’un micro-jet de plasma à pression atmosphérique », sur le site ResearchGate, [https ://www.researchgate.net/publication/290169070_Etude_d_un_micro-jet_de_plasma_a_pression_atmospherique], (consulté le 5 novembre 2023).

- Erwann Grenet et al., « Mechanistic Insights into Lewis Acid-Controlled Torquoselective Nazarov Cyclization of Activated Dienones Bearing a Chiral Sulfoxide », European Journal of Organic Chemistry, vol. 2022, n^o36, [s.l.], 2022, [n.p.], [https ://chemistry-europe.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1002/ejoc.202200828], (consulté le 29 septembre 2023).

- Grimme, Stefan et Peter R. Schreiner, « Computational Chemistry : The Fate of Current Methods and Future Challenges », Angewandte Chemie, vol. 57, n^o16, [s.

- « Beluga Supercomputer comes to Calcul Québec », sur le site InsideHPC, [https ://insidehpc.com/2019/04/beluga-supercomputer-comes-to-calcul-quebec/], (consulté le 5 novembre 2023).

- Robidas, Raphaël et Claude Y Legault, « CalcUS : An Open-Source Quantum Chemistry Web Platform », Journal of Chemical Information and Modeling, vol. 62, n^o5, [s.l.], 2022, [n.p.], [https ://www.researchgate.net/profile/Claude-Legault/publication/358932183_CalcUS_An_Open-Source_Quantum_Chemistry_Web_Platform/links/6407ec6e0cf1030a567f8c57/CalcUS-An-Open-Source-Quantum-Chemistry-Web-Platform.pdf], (consulté le 29 septembre 2023).

- Saha, Supriyo, « Log P », Encyclopedia of Physical Organic Chemistry, vol. 6, [s.l.], Wiley Inter Science Newyork, 2017, [n.p.].

- « The 1998 Nobel Prize in Chemistry », sur le site The Nobel Prize, [https ://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1998/press-release/], (consulté le 29 septembre 2023).

À vos marques, prêts, assemblez! (p.49)

- Puzzle Medical Devices, [site internet], [https ://www.puzzlemed.com/] (consulté le 17 septembre 2023)

- Plamondon-Émond, Étienne, « Représentation de ce à quoi pourrait ressembler le dispositif ModulHeart une fois dans l’aorte. », [module électronique], Puzzle Medical Devices : Pompe cardiaque prête à montrer, sur le site Québec Sciences, (consulté le 25 septembre 2023)

- « Première greffe cardiaque de l’histoire », sur le site Perspective Monde, [https ://perspective.usherbrooke.ca/bilan/servlet/BMEve/1345#:~:text=Une%20C3%A9quipe%20de%20m%C3%A9decins%20sud,courante%20%C3%A0%20travers%20le%20monde], (consulté le 30 octobre 2023)

- Plamondon-Émond, Étienne, « Puzzle Medical Devices : Pompe cardiaque prête à monter », Québec Science, [s.l.], 2020, [n.p.], (consulté le 25 septembre 2023)

- Benessaieh, Karim, « Puzzle Medical : une affaire de cœur », La Presse, [s.l.], 2022, [n.p.], (consulté le 24 septembre 2023)

- Auteur inconnu, « Ce que vous devriez savoir sur l’insuffisance cardiaque », sur le site Institut de cardiologie de l’université d’Ottawa, (consulté le 25 septembre 2023)

Renverser la paraplégie : un pas à la fois (p.53)

Entrevue informelle

- « Présentation du projet », [visioconférence], entrevue avec Léa Ferreira, étudiante au Master en Biotechnologies, Université de Grenoble, propos recueillis par Emmanuelle Beaulieu, 7 novembre 2023, dans le cadre de Vulgariser pour inspirer, concours de vulgarisation scientifique du Cégep de Sherbrooke, 40 minutes.

Livres

- Malavoy, Sophie, Guide pratique de vulgarisation scientifique, Montréal, Acfas, 2019, 62 p.

Références électroniques

- Ahimsadasan, Nilah et al., « Neuroanatomy, Dorsal Root Ganglion », Treasure Island (FL), [s.l.], mis à jour le 21 septembre 2022, [n.p.], [https ://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532291/], (consulté le 12 janvier 2024).

- Alloprof, « Le neurone et l’influx nerveux », sur le site Alloprof, [https ://www.alloprof.qc.ca/fr/eleves/bv/sciences/le-neurone-et-l-influx-nerveux-s1286], (consulté le 24 novembre 2024).

- Corbet, Barry, Options, [livre], 1995, sur le site Barry Corbet, 152p., [https ://barrycorbet.com/Options-scan.pdf], (consulté le 3 février 2024)

- « Différences entre ADN et ARN et rôle dans la production des protéines », [PNG en ligne], Comprendre la réplication virale de SARS-CoV-2 pour tenter de la stopper, sur le site The Conversation, [https ://theconversation.com/comprendre-la-replication-virale-de-sars-cov-2-pour-tenter-de-la-stopper-194656], (consulté le 9 janvier 2024)

- Ferreira, Léa, « Schéma de la transmission du message nerveux entre le système nerveux périphérique et central (Adapté de Rasband et al., 2012) », [PNG tiré d’un PDF], Projet de recherche : Caractérisation de la réponse des Ganglions Dorsaux Rachidiens Lombaires 3, 4 et 5 à la lésion du nerf sciatique (format PDF), (consulté le 6 novembre 2024).

- Finegold, David, « Gènes et chromosomes », sur le site Le manuel Merck, [https ://www.merckmanuals.com/fr-ca/accueil/fondamen-taux/g%C3%A9n%C3%A9tique/g%C3%A8nes-et-chromosomes],(consulté le 9 janvier 2024).

- Génome Québec, « Synthèse des protéines », sur le site Génome Québec, [https ://www.genomequebec-education-formations.com/educa-tion-concepts-synthese-proteines], (consulté le 9 janvier 2024).

- Hardin-Pouzet, Hélène et Serban Morosan, « Des souris, des rats et des hommes », Med Sci (Paris), vol. 35, no 5, Paris, mai 2019, 482 p., [https ://doi.org/10.1051/rmedsci/2019082], (consulté le 3 février 2024).

- Huebdner, Eric et Stephen M. Strittmatter, « Axon Regeneration in the Peripheral and Central Nervous Systems », sur le site National Library of Medicine, [https ://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2846285/], (consulté le 24 novembre 2023).

- La Fondation Droit Animal, Éthique et Sciences, « Animaux utilisés à des fins scientifiques », sur le site La Fondation Droit Animal, Éthique et Sciences, [https ://www.fondation-droit-animal.org/informations-juridiques/animaux-utilises-a-des-fins-scientifiques/], (consulté le 3 février 2024)

- L'Institut du Cerveau et de la Moelle épinière, « Une avancée pour les thérapies de régénération de la myéline », sur le site Institut du Cerveau, [https ://institutducerveau-icm.org/fr/actualite/avancee-therapies-de-regeneration-de-myeline/], (consulté le 9 novembre 2024).

- Le cerveau à tous les niveaux!, [site internet], [https ://lecerveau.mcgill.ca/], (consulté le 7 novembre 2023).

- Mao, Gordon, « Lésions de la moelle épinière et des vertèbres », sur le site Le manuel Merck, [https ://www.merckmanuals.com/fr-ca/accueil/l%C3%A9sions-et-intoxications/l%C3%A9sions-de-la-moelle-%C3%A9pini%C3%A8re/l%C3%A9sions-de-la-moelle-%C3%A9pini%C3%A8re-et-des-vert%C3%ABbres], (consulté le 9 novembre 2023).

- « Neuron Anatomy », [PNG en ligne], An Easy Guide to Neuron Anatomy with Diagrams, sur le site Mental Health America, [https ://mhanational.org/neurons-how-brain-communicates#_edn3], (consulté le 2 janvier 2024).

- National Spinal Cord Injury Statistical Cener, « Spinal Cord Injury Facts and Figures at a Glance », sur le site Nscisc, [https ://www.nscisc.uab.edu/Public/Facts%20and%20Figures%202020.pdf], (consulté le 3 février 2024).

- Organisation mondiale de la santé, « Lésions de la moelle épinière », sur le site Organisation mondiale de la santé, [https ://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/spinal-cord-injury#:~:text=Par%20%C2%ABl%C3%A9sion%20de%20la%20moelle,(cancer%2C%20par%20exemple).], (consulté le 24 novembre 2023).

- Petit, Martin, « LE JOUR DE MON ACCIDENT », [vidéo], sur le site YouTube, (6,59 minutes), [https ://www.youtube.com/watch?v=YKoWNm7_6pE], (consulté le 24 novembre 2024).

- Rubin, Michael, « Revue générale des troubles du système périphérique », sur le site Le manuel Merck, [https ://www.merckmanuals.com/fr-ca/professional/troubles-neurologiques/troubles-du-syst%C3%A8me-nerveux-p%C3%A9riph%C3%A9rique-et-de-unit%C3%A9-motrice/revue-g%C3%A9n%C3%A9rale-des-troubles-du-syst%C3%A8me-nerveux-p%C3%A9riph%C3%A9rique], (consulté le 24 novembre 2023).

- Saillant, Gérard et al., « Les lésions traumatiques de la moelle épinière : épidémiologie et prise en charge pré-hospitalière », sur le site Académie nationale de médecine, [https ://www.academie-medicine.fr/les-lesions-traumatiques-de-la-moelle-epiniere-epidemiologie-et-prise-en-charge-pre-hospitaliere/], (consulté le 24 novembre 2023).

- Sécurité routière, « Temps de réaction », sur le site Sécurité routière, [https ://www.securite-routiere-az.fr/t/temps-de-reaction/#:~:text=Le%20temps%20moyen%20de%20r%C3%A9action%20%C3%A0%20un%20stimulus%20visuel%20est,conducteurs%20en%20%C3%A9tat%20d'ivresse.], (consulté le 24 novembre 2023).

- Site Team neurosciences, [site internet], [https ://nblab.univ-grenoble-alpes.fr/], (consulté le 9 janvier 2024).

- Veissier, I., « Expérimentation animale : biologie, éthique, réglementation », INRA Prod. Anim., no 12, Theix, 1999, p.365-375, [pberaud,+Prod_Anim_1999_12_5_03.pdf], (consulté le 3 février 2024).

Un décibel à la fois (p.59)

- CCHST, Limites d'exposition au bruit au Canada, [site Internet], (17 juil. 2023),[https ://www.cchst.ca/oshanswers/phys_agents/noise/exposure_can.html] (Consulté le 2 décembre 2023) (Figure 1B)

- Gouvernement du Québec, Effets du bruit environnemental sur la santé, [site Internet], (s.d.), [https ://www.quebec.ca/sante/conseils-et-preven-tion/sante-et-environnement/effets-du-bruit-environnemental-sur-la-sante/] (consulté le 21 septembre 2023)

- House of Lords , The neglected pollutants : the effects of artificial light and noise on human health, London, 47 p., 2023 (consulté le 21 septembre 2023)

- INSQP, Meilleures pratiques d'aménagement pour prévenir les effets du bruit environnemental sur la santé et la qualité de vie, Québec, 75 p., septembre 2018, [https ://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2450_meilleures_pratiques_amenage_ment_effets_bruit_enviromnemen-tal.pdf] (consulté le 21 septembre 2023).

- Société canadienne du cancer, Hormones surrénaliennes, [site Internet],(s.d.), [https ://cancer.ca/fr/cancer-information/cancer-types/adre-nal-gland/what-is-adrenal-gland- cancer/adrenal-gland-hormones#:~:text=Elle%20accro%C3%AEt%20la%20fr%C3%A9quence%20car-diaque,de%20sucre%20dans%20le%20sang] (consulté le 12 octobre 2023)

- SONO MAG, dB(A) et dB(C), [site Internet],(10 sept. 2020),[https ://sonomag.fr/dba-et-dbc/] (consulté le 2 décembre 2023) (Figure 1A)

- Wypych M, Bilewicz M. Psychological toll of hate speech : The role of acculturation stress in the effects of exposure to ethnic slurs on mental health among Ukrainian immigrants in Poland. Cultur Divers Ethnic Minor Psychol. 2022 Jan 31. doi : 10.1037/cdp0000522. Epub ahead of print. PMID : 35099210.)

Médiagraphie

La vie, ici et au-delà (p.63)

- ASTROBIOLOGY at NASA, [site Internet], [https ://astrobiology.nasa.gov/about/], (consulté le 11 décembre).

- Detay, Michel, « Les extrémophiles dans leurs environnements géologiques », sur le site Planet Terre, [https ://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/extremophiles.xml], consulté le 13 décembre 2023).

- Drake, Nadia, « La vie sur Titan serait vraiment très étrange », sur le site National Geographic, [https ://www.nationalgeographic.fr/espace/2021/07/la-vie-sur-titan-serait-vraiment-tres-etrange], (consulté le 14 décembre 2023).

- « L'astrobiologiste Nathalie Cabrol : « La prochaine révolution est la découverte de la vie ailleurs » [vidéo], sur le site YouTube, (17,26 minutes), [https ://www.youtube.com/watch?v=1oiaW7NHg40&t=43s], (consulté le 10 décembre 2023).

- Pierre, Thomas, « L'origine de la vie vue par un géologue qui aime l'astronomie », dans Encyclopédie de l'environnement, [https ://www.encyclope-die-environnement.org/vivant/lorigine-de-la-vie/], (consulté de 14 décembre 2023).

- Raulin Cerceau, Florence, « Naissance d'une discipline, L'Exobiologie », sur le site SFE, [https ://exobiologie.fr/lexobiologie-2/naissance-dune-disci-pline-lexobiologie/], (consulté le 11 décembre 2023).

- Sacco, Laurent, « Des volcans crachent des laves glacées sur Titan, la plus grande lune de Saturne », sur le site Futura, [https ://www.futu-ra-sciences.com/sciences/actualites/titan-volcans-crachent-laves-glacees-titan-plus-grande-lune-saturne-49038/], (consulté le 14 décembre 2023).

- Sacco, Laurent, « James-Webb détecte la présence de carbone utilisable par la vie dans l'océan d'Europe, la lune de Jupiter », sur le site Futura, [https ://www.futura-sciences.com/sciences/actualites/astronomie-james-webb-detecte-presence-carbone-utilisable-vie-ocean-europe-lune-jupi-ter-107817], (consulté le 14 décembre 2023).

- Shostak, Seth, « Astrobiology », sur le site Britannica, [https ://www.britannica.com/science/astrobiology], (consulté le 12 décembre 2023).

- « Y a-t-il de l'eau sur Mars? », [vidéo], sur le site YouTube, (0,51 minutes), [https ://www.youtube.com/watch?v=xXpLeWwch0k], (consulté le 15 dé-cembre 2023).

Sources des images

- Cryovolcan : https://www.jpl.nasa.gov/images/pia20915-ahuna-mons-side-view

- Traces d'eau sur Mars : http ://equiperecherchescientifique.over-blog.fr/2015/10/traces-d-eau-liquide-sur-mars.html

Images des photomontages

Les photos ont été trouvées sur le site Freepik [www.freepik.com]

Une publication du Cégep de Sherbrooke

Coordination du projet

Marie-Josée Fraser

Éditeurs

Georges Desmeules

Olivier Domingue

Révision des contenus

Georges Desmeules

Olivier Domingue

François Gaudreau

Jade Généreux-Gamache

Révision linguistique

Jeanne Lessard

Georges Desmeules

Graphisme, photos et mise en page

Catherine Cossette, Mylaine Dusseault, Carolane Fréchette et William Lapointe-Bédard

StudioStage.

Impression

Précigrafik

4545, boul. Portland

Sherbrooke (Québec) J1L 0J1

Le Cégep de Sherbrooke a choisi d'imprimer cette publication sur du papier Enviro 100 qui contient 100 % de matières recyclées post-consommation

ISBN : 978-2-920916-86-9

Dépôt légal : Septembre 2024

© 2024

Le concours «Vulgariser pour inspirer!» et la présente publication ont bénéficié de l'appui du programme NovaScience du ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie du Québec. Nous remercions le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) de son soutien pour l'impression.

Avec la participation financière de

