

Biologie

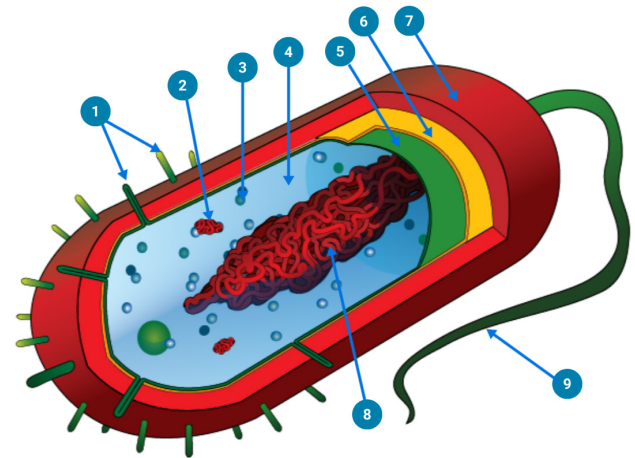
2024

Nous remercions le commanditaire du chapitre : **AMGEN**

Introduction aux bactéries

Les bactéries existent depuis très, très longtemps; en fait, les tout premiers fossiles de procaryotes (dont les bactéries forment un sous-groupe très important) constituent la plus ancienne forme de vie connue sur Terre. Leur existence remonte en effet à plus de 3,5 milliards d'années!

Au cours de cette longue période, les bactéries ont évolué en une grande variété de types différents. Elles se sont aussi adaptées à de nombreux environnements, comme l'intérieur du corps humain, le pôle Nord et même le fond de l'océan!



Parts of a bacteria (©2023 Let's Talk Science).

Même si elles sont petites, les bactéries possèdent plusieurs parties différentes dans leurs cellules.

Le savais-tu?
Ta bouche contient un nombre de bactéries plus élevé que le nombre de personnes ayant vécu sur la Terre!

Taille des bactéries

Les bactéries sont des **organismes unicellulaires**. Cela signifie que chaque bactérie est constituée d'une seule cellule. Il en est tout autrement chez les humains, qui contiennent quant à eux plus de mille milliards de cellules.

Les cellules bactériennes sont beaucoup plus petites que les cellules humaines. Elles peuvent mesurer environ 1 à 10 μm de long, mais la majorité d'entre elles n'ont qu'un diamètre d'environ 1 à 2 μm . Un micromètre (1 μm) est 1 000 fois plus petit qu'un millimètre. C'est vraiment petit! C'est beaucoup plus petit que le globule rouge humain, qui est (en moyenne) d'environ 7 μm de diamètre.

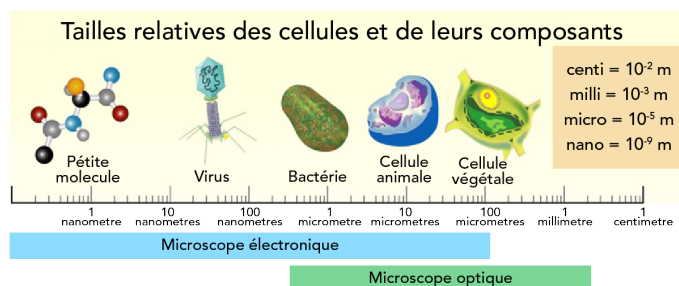


Diagramme montrant les tailles relatives de certaines très petites choses, incluant la bactérie, qui mesure généralement environ 1 à 2 μm de diamètre (Source : Michigan Nanotechnology Institute for Medicine and Biological Sciences).

1. Les **pili** sont des structures ressemblant à des poils qui aident la bactérie à se fixer à des surfaces et à d'autres bactéries.
2. Un **plasmide** est une petite molécule d'**ADN** circulaire à double brin. Les plasmides contiennent les gènes qui aident la bactérie lorsqu'elle est en danger, comme lorsqu'elle est exposée à un antibiotique.
3. Les **ribosomes** sont des petites structures rondes qui produisent les protéines. Ils flottent dans le cytoplasme.
4. Le **cytoplasme** est une solution épaisse à base d'eau (**aqueuse**). Les ribosomes et le matériel nucléaire se trouvent dans le cytoplasme. On retrouve aussi des sels, des nutriments, des minéraux et des enzymes dans le cytoplasme.
5. La **membrane plasmique** est une mince couche de phospholipides et de protéines. Elle contrôle le mouvement des nutriments qui entrent et sortent de la cellule.
6. La **paroi cellulaire** est une couche rigide qui donne à la bactérie sa structure. Elle protège la membrane plasmique.
7. La **capsule** est une troisième couche qui aide la bactérie à ne pas s'assécher. Elle peut aussi aider à protéger la bactérie. On la retrouve seulement chez certains types de bactéries.

8. Le **nucléoïde** est fait d'ADN, d'ARN et de protéines. Le nucléoïde contrôle l'activité de la cellule. Le nucléoïde est situé à l'intérieur du cytoplasme.
9. Le **flagelle** est une structure qui aide la bactérie à se déplacer et à sentir son environnement.

Classification des bactéries

Il existe des millions de différents types de bactéries dans le monde. C'est pourquoi il est important de se doter d'un système permettant de les répertorier. Les scientifiques classent généralement les bactéries en fonction de deux caractéristiques :

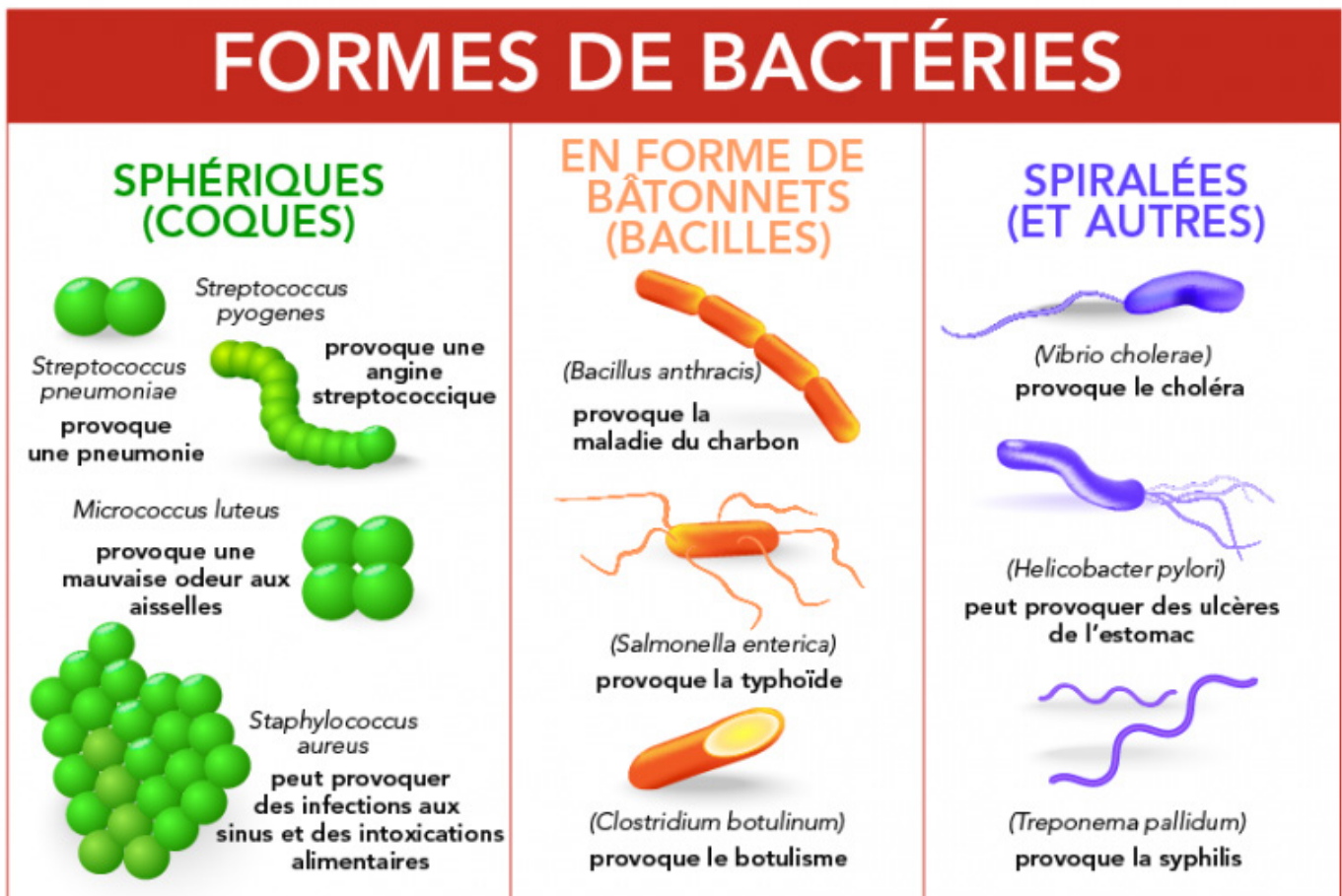
- l'épaisseur de leur paroi cellulaire;
- leur forme.

Pour déterminer l'épaisseur des parois cellulaires bactériennes, les scientifiques utilisent une technique appelée **coloration de Gram**. Ils teignent les bactéries avec un colorant appelé cristal violet. Une paroi cellulaire épaisse conservera sa couleur violette, contrairement à une paroi mince.

- Les **bactéries à Gram positif** ont des parois cellulaires épaisses. Lorsqu'elles sont colorées, elles apparaissent bleues ou violettes.
- Les **bactéries à Gram négatif** ont des parois cellulaires minces. Lorsqu'elles sont colorées, elles apparaissent roses ou rouges.

Formes de bactéries

Les bactéries peuvent être regroupées en trois principaux ensembles en fonction de leur forme. Il s'agit notamment des bactéries sphériques (les coques ou cocci), en forme de bâtonnets (les bacilles), et spiralées ou autres.

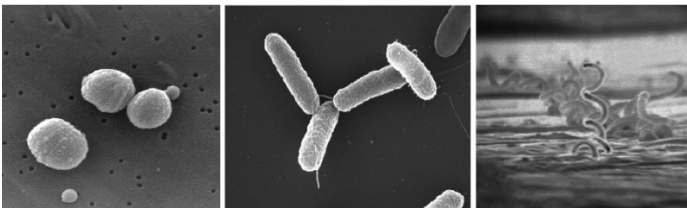


Les bactéries peuvent être groupées selon leur forme. Les bactéries sont généralement soit sphériques, en forme de bâtonnets, ou spiralées (Parlons sciences à partir d'une image de tisz via iStockphoto).

Les bactéries sont-elles toujours nocives ?

Nous sommes souvent portés à croire que les bactéries sont nocives étant donné que bon nombre d'entre elles sont **pathogènes**, c'est-à-dire qu'elles peuvent causer des maladies. Il existe de nombreuses maladies ou problèmes de santé causés par les bactéries. Voici des exemples de troubles causés par des bactéries pathogènes :

- le tétanos;
- la typhoïde;
- la tuberculose;
- l'angine streptococcique;
- la maladie du charbon;
- diverses formes d'intoxication alimentaire.



Images au microscope électronique : Streptococcus pneumoniae provoquant la pneumonie (à gauche), Salmonella typhimurium provoquant l'intoxication alimentaire (au centre), et Treponema pallidum provoquant la syphilis (à droite) (Sources : CDC/Dr Richard Facklam [domaine public] via Wikimedia Commons, image de Volker Brinkmann, Max Planck Institute for Infection Biology, Berlin, Germany [CC BY 2.5] via Wikimedia Commons, et CDC/Dr David Cox [domaine public] via Wikimedia Commons).

Le savais-tu ?

Certains types de bactéries peuvent provoquer une fasciite nécrosante, communément appelée infection à bactérie mangeuse de chair.

Nous entendons souvent parler des bactéries pathogènes, mais seulement une infime fraction des bactéries dans le monde nous cause du tort. En fait, de nombreuses bactéries nous rendent service ! Par exemple, la présence de **bactéries probiotiques** dans notre système digestif nous protège contre d'autres bactéries.

Les bactéries sont partout autour de toi – même dans ta cuisine ! Beaucoup d'aliments et de boissons sont fabriqués à partir de bactéries. En voici des exemples :

- les vinaigres;
- le kombucha (acétobacter);
- le yogourt;
- le chocolat;
- le kimchi (accompagnement coréen préparé à l'aide de diverses bactéries);
- les fromages (comme les lactobacilles);
- ton pain au levain préféré de la boulangerie !



Assortiment d'aliments préparés à l'aide de bactéries. En sens horaire à partir du haut à gauche : yogourt, pain au levain, chocolat, kimchi, choucroute et plusieurs types de fromage (Sources provenant toutes de Wikimedia Commons : Veganbaking.net [CC BY-SA 2.0], Vanleuven [CC BY-SA 4.0], Roozita [CC BY-SA 3.0], Nagyman, a flickr user [CC BY-SA 2.0], Qwerty Binary [CC BY-SA 3.0] et Thegoodlifefrance [CC BY-SA 4.0]).

Le savais-tu ?

Les chercheurs et chercheuses commencent à utiliser les bactéries pour teindre les vêtements. Ce procédé pourrait être beaucoup plus sécuritaire et plus durable que l'utilisation de teintures traditionnelles.

Les bactéries font partie d'un groupe diversifié et intéressant d'êtres vivants. Les gens peuvent penser que les bactéries sont des êtres qui nous rendent malades, mais elles nous font aussi beaucoup de bien !

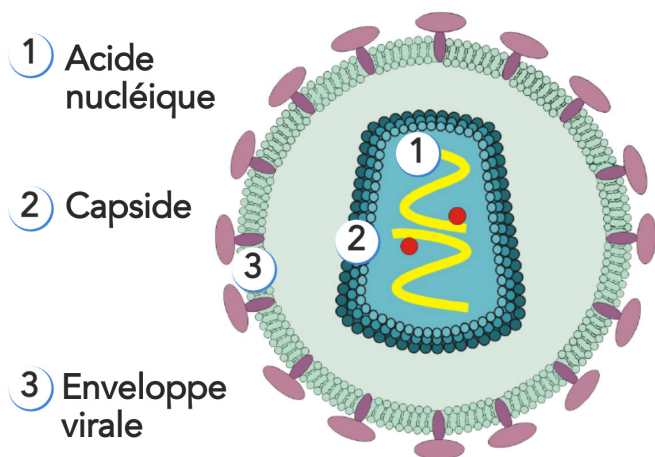
Les virus

Les virus ont un impact important sur les humains. Le coronavirus 2019 ou COVID-19, le rhume simple, la grippe, le syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS) et les maladies comme le syndrome d'immunodéficience acquise (SIDA) découlent tous d'infections virales. Depuis des siècles, les scientifiques travaillent sans relâche pour comprendre comment les virus fonctionnent et pour trouver de meilleures façons de les combattre.

Structure d'un virus

Les virus sont très petits : en général, leur diamètre varie de 17 à 400 nanomètres. Leur diamètre est approximativement 1000 fois plus petit que le diamètre d'un cheveu humain ou 100 fois plus petit que celui d'une bactérie moyenne.

Puisque les virus sont si petits, ils possèdent une structure cellulaire beaucoup plus simple que la structure des cellules animales ou bactériennes. Les virus sont composés de trois éléments de base :



Structure d'un virus (©2023 Parlons sciences).

1. **Acide nucléique** : Un ensemble de matériel génétique, soit **acide désoxyribonucléique (ADN)** ou **acide ribonucléique (ARN)**, entouré d'une enveloppe protéique.
2. **Capside** : Une enveloppe **protéique** entourant et servant à protéger l'ADN ou l'ARN. La capsid est faite de protéines appelées **capsomères**.

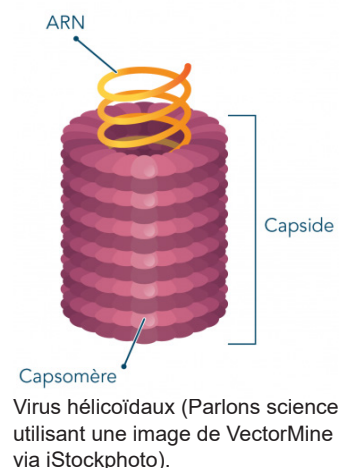
3. **Enveloppe virale** : Cette couche qui recouvre la capsid est composée de **phospholipides** et de **glycoprotéines**. Les phospholipides forment une couche grasse. Les glycoprotéines sont un mélange de protéines et de carbohydrates (sucres complexes). Les virus ne possèdent pas tous une enveloppe virale - ceux qui n'en possèdent pas sont appelés **virus nus** ou **non enveloppés**.

Les virus prennent des formes et des niveaux de complexité variés et, comme les bactéries, ils sont classés en fonction de leur forme.

Les photos de virus ressemblent à des créatures tirées de films de science-fiction. Certains virus prennent la forme de polyèdres (formes géométriques tridimensionnelles à plusieurs facettes) connectés par des petites « pattes » articulées, alors que d'autres virus ressemblent à des grains de maïs soufflé arrondis.

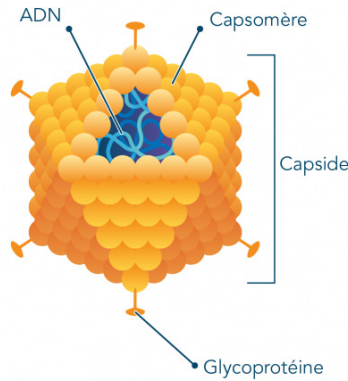
Chaque virus peut être classé dans l'une des quatre catégories générales suivantes :

Virus hélicoïdaux : ressemblent à de longs bâtonnets pouvant être rigides ou flexibles. Le virus hélicoïdal illustré ci-dessous est un virus de la mosaïque de la tomate. Celui-ci cause un changement d'apparence aux feuilles et fruits des plants de tomates qui deviennent tachetés.



Virus polyédriques :

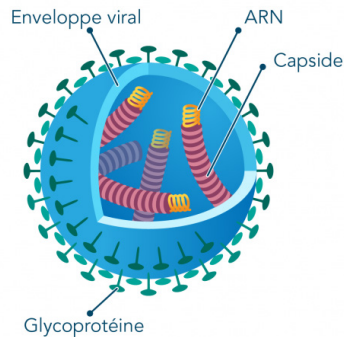
sont des virus de forme géométrique tridimensionnelle, ce qui signifie que leur capsid peut comporter plusieurs facettes. La plupart des virus polyédriques comportent 20 facettes triangulaires et 12 segments. Le virus polyédral présenté est un adénovirus, qui cause des infections respiratoires.



Virus polyédrique (Parlons science utilisant une image de VectorMine via iStockphoto).

Virus enveloppés :

sont des virus de forme sphérique parce que leur capsid est recouverte d'une enveloppe formée de protéines, de lipides ou de glucides. Le virus enveloppé présenté est un virus de l'immunodéficience humaine (VIH), qui cause le SIDA chez les humains. Les coronavirus sont un type de virus enveloppés.

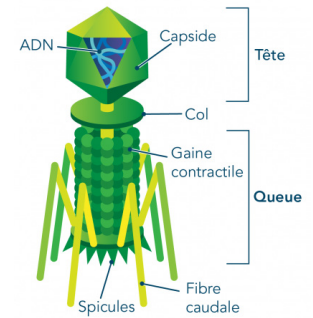


Virus enveloppé (Parlons science utilisant une image de VectorMine via iStockphoto).

L'épidémie de coronavirus de 2019 a été causée par un virus de ce type. La grippe aussi. Le syndrome respiratoire aigu sévère ou le SRAS, et le syndrome respiratoire du Moyen-Orient, ou MERS sont également causés par des virus enveloppés. Le virus enveloppé illustré ci-dessous est un virus de la grippe qui provoque des symptômes respiratoires tels la toux et les maux de gorge.

Virus complexes :

ont une structure complexe et comportent par exemple des capsides fixées à d'autres structures ressemblant à des « pattes ». Le virus complexe présenté est un bactériophage, qui est un virus infectant des bactéries.



Bactériophage (Let's Talk Science using an image by VectorMine via iStockphoto).

Les virus sont-ils des êtres vivants ?

La communauté scientifique n'est pas certaine si les virus sont vivants ou non. Il y a de nombreuses caractéristiques des êtres vivants qu'ils ne partagent pas.

Ils n'ont pas de cellule. Ils ont un ADN ou ARN, mais ils n'ont pas de membrane cellulaire ni d'organite.

Ils ne peuvent pas produire leur propre énergie. En d'autres mots, ils n'ont pas de métabolisme. Un métabolisme renvoie à l'ensemble des réactions chimiques dont un organisme a besoin pour vivre.

Ils ne peuvent pas se reproduire par eux-mêmes. Ils doivent vivre à l'intérieur d'une cellule hôte pour produire plus de virus. Les hôtes peuvent être des cellules bactériennes, végétales ou animales.

Ils n'utilisent pas d'énergie par eux-mêmes. Les virus utilisent seulement l'énergie de leur cellule hôte. Avant d'entrer en contact avec elle, ils sont inactifs. Certaines bactéries fonctionnent aussi de cette manière.

Ils ne répondent pas vraiment à leur environnement. Les virus interagissent avec leur cellule hôte en l'infectant, mais ils ne peuvent pas faire beaucoup plus que ça.

Comment les virus se reproduisent-ils ?

Qu'ils soient vivants ou non, les virus peuvent se reproduire. C'est ce qui se produit quand ton corps a une infection virale. Le virus utilise tes cellules pour se répliquer. Ce processus est souvent appelé le cycle de vie d'un virus. Les étapes de ce cycle sont illustrées à la page suivante.

La microbiologie marine : À la rencontre des microbes de la mer!

« Microbes » est un autre nom pour **microorganismes**. Ce sont des êtres vivants minuscules. Ils sont trop petits pour être vus à l'œil nu. Mais ils sont bien là! Ils habitent tout type d'**environnement** imaginable! On les trouve dans les forêts pluviales, dans l'Arctique, dans les déserts et au fond des océans.

L'océan est un environnement **marin**. Une seule goutte d'eau de mer peut contenir des millions de **microbes** marins. Ces minuscules êtres vivants fournissent de l'oxygène et de la nourriture à d'autres organismes qui habitent l'océan. Ils aident même à garder l'océan propre.

Quels sont les différents types de microbes marins?

Il existe de nombreux types de microbes marins. Ceux-ci incluent les **bactéries**, que l'on trouve également sur terre. La plupart des bactéries sont des organismes unicellulaires. Cela signifie que leur corps est composé d'une seule cellule. Dans l'océan, les bactéries participent à de nombreux processus chimiques, incluant la photosynthèse.

Le **phytoplancton** est un autre groupe de microbes marins. Ces créatures microscopiques peuvent créer leur propre nourriture. La plupart du temps, elles le font aussi par photosynthèse. Cela veut dire qu'ils convertissent la lumière du soleil et le dioxyde de carbone de l'océan en oxygène et en glucides. As-tu déjà entendu parler des plantes marines appelées **algues**? C'est un type de phytoplancton très répandu.

Le savais-tu?

Seulement une partie de l'oxygène que tu respires provient des plantes et des arbres sur terre. Une respiration sur deux provient des milliards de phytoplanctons qui vivent dans l'océan!

D'autres types de microbes vivent également dans l'océan. Par exemple, on y trouve des champignons et des virus.

COMMENT FONCTIONNE
LA RÉPLICATION VIRALE

1 FIXATION

Le virus se fixe à la paroi cellulaire de l'hôte. La fixation est parfois appelée « absorption ».

2 PÉNÉTRATION

L'acide nucléique, ou l'information génétique du virus, traverse la membrane cellulaire et entre dans la cellule hôte.

3 RÉPLICATION

Une fois à l'intérieur de la cellule hôte, le virus force cette dernière à produire la structure nécessaire à sa réplication.

4 ASSEMBLAGE

La structure du virus produite par la cellule forme de nouveaux virus.

5 LIBÉRATION

Les virus assemblés sont libérés de la cellule. Ils peuvent maintenant infecter d'autres cellules et répéter le processus.



Rotifère microscopique (Bob Blaylock [CC BY-SA 3.0] sur Wikimedia Commons).

Il y a aussi des **archées** et des **protistes**. Ce sont des organismes unicellulaires qui ressemblent à des bactéries.

Le savais-tu?
Des animaux microscopiques appelés **rotifères** habitent les milieux **saumâtres**. Ceux-ci sont constitués d'un mélange d'eau douce et d'eau salée. Contrairement aux autres microbes, les rotifères ont plus d'une cellule!

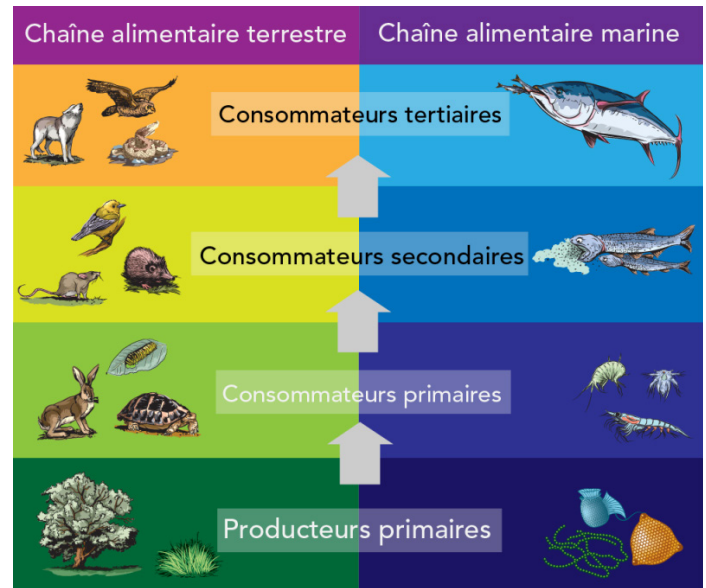
Comment fonctionnent les chaînes alimentaires marines?

Une **chaîne alimentaire** décrit la relation entre des organismes qui se nourrissent d'autres organismes. Les plantes sont à la base des chaînes alimentaires terrestres. Par exemple, les vaches mangent de l'herbe. Puis, certaines personnes mangent des vaches.

Le phytoplancton est à la base des chaînes alimentaires marines. Il tire son énergie du soleil. Au niveau suivant de la chaîne alimentaire, le **zooplancton** se nourrit de phytoplancton.

Le zooplancton comprend le **krill** ainsi que les larves de crabes et de poissons. La plupart de ces animaux sont minuscules, mais certains sont plus gros, comme les méduses. Ils se déplacent avec les courants océaniques parce qu'ils ne savent pas très bien nager et qu'ils ne peuvent pas créer leur propre nourriture par photosynthèse.

Au niveau suivant de la chaîne alimentaire, de plus grands animaux, comme les poissons et les baleines, mangent du zooplancton. Donc, sans phytoplancton, il n'y aurait pas de vie dans les océans!



Comparaison des chaînes alimentaires terrestre et marine (Parlons sciences, à partir d'une image de lukaves sur iStockphoto et iStockphoto).

Que font les bactéries marines?

Les **cyanobactéries** sont un type de bactérie marine très répandue. Elles sont également un type de phytoplancton. Cela signifie qu'elles produisent leur propre nourriture par la photosynthèse. De nombreuses cyanobactéries jouent aussi un rôle important dans le **cycle de l'azote**. Elles convertissent l'azote en une forme que d'autres organismes marins peuvent utiliser.

Les bactéries marines aident également à nettoyer la pollution océanique. Certaines décomposent et consomment les animaux marins morts. D'autres peuvent même aider à décomposer le pétrole après un déversement!

Certaines bactéries marines sont **bioluminescentes**. Et certaines d'entre elles vivent en symbiose avec d'autres organismes marins. Souvent, cette relation symbiotique est **mutualiste**. Cela veut dire que les deux organismes en bénéficient.

Tu pourrais avoir déjà vu des photos d'un poisson effrayant appelé baudroie, qui attire ses proies à l'aide d'une lumière. Celles-ci aident le poisson à attraper sa nourriture.



Illustration d'artiste d'une baudroie spyder24 sur iStockphoto).

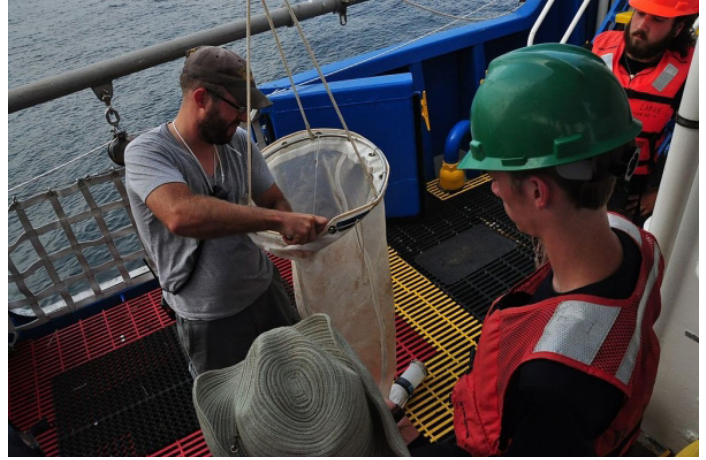
À son tour, le poisson fournit aux bactéries un endroit sûr où vivre et des nutriments pour survivre.

Malheureusement, les bactéries marines ne sont pas toutes utiles. Certaines peuvent blesser d'autres organismes marins ou même causer des maladies chez les humains. Par exemple, *Vibrio cholerae* est la bactérie responsable de la maladie du choléra. Et avec l'augmentation des températures océaniques, ces types de bactéries nocives se propagent.

Comment les scientifiques étudient-ils les microbes marins ?

Il n'est pas facile pour les scientifiques d'étudier les microbes marins. Seulement 1 % des bactéries marines peuvent être cultivées en laboratoire. Les scientifiques doivent donc les étudier dans l'océan. Leur taille minuscule rend la tâche des plus difficile.

Parfois, les scientifiques recueillent les microbes à l'aide de **filets à plancton**. Ces filets en forme de cône sont faits de mailles très fines. Un conteneur situé à une extrémité du filet recueille les échantillons.



Des membres du personnel de la United States Environmental Protection Agency préparent un filet à plancton (USEPA sur Wikimedia Commons).

La **téledétection** offre un autre moyen d'étudier les microbes marins. Par exemple, les scientifiques utilisent des satellites pour étudier les proliférations d'algues depuis l'espace. Les scientifiques peuvent maintenant utiliser des échantillons d'ADN de bactéries océaniques pour étudier de nouveaux types de microbes marins.

Irás-tu à la plage cet été ? N'oublie pas que l'eau est pleine de créatures si minuscules qu'on ne peut les voir. Ces petites bêtes aident à soutenir toutes les formes de vie sous les vagues. Et en produisant l'oxygène que tu respires, elles t'aident aussi à survivre !

Coloration des vêtements avec des bactéries

Aimes-tu porter des vêtements brillants et colorés? Ou les couleurs foncées ou mates sont-elles plus à ton goût? Les gens peuvent fabriquer des vêtements dans à peu près toutes les couleurs imaginables. T'es-tu déjà demandé d'où viennent ces couleurs?



Écharpes colorées (Source: Alfred Derks via Pixabay).

Qu'est-ce qui donne sa couleur aux vêtements?

La plupart des vêtements de nos jours sont colorés à l'aide de colorants synthétiques. Un **colorant** est quelque chose qui colore des matériaux comme le papier, le plastique, le cuir et le tissu. Les colorants réagissent chimiquement avec les matériaux sur lesquels ils sont appliqués. Cela empêche la couleur de se délayer.

Dans le passé, les gens teignaient le fil, le tissu et les vêtements en utilisant ce qu'ils avaient sous la main. Cela incluait les plantes, les animaux et les minéraux. Ils utilisaient de nombreuses parties de plantes, y compris les racines, les baies, les feuilles, l'écorce et le bois, pour fabriquer des colorants. Les colorants fabriqués à partir de matériaux naturels sont souvent appelés **colorants naturels**.

La fabrication de colorants naturels prend beaucoup de temps. Parfois, cela peut aussi coûter cher. Cela peut aussi nécessiter beaucoup d'eau et de terres.



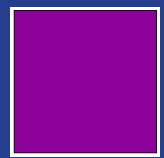
Exemples de plantes utilisées pour fabriquer des colorants (Source : mofles via Getty Images).

Les colorants synthétiques

Au milieu des années 1800, un chimiste anglais de 18 ans, nommé **William Henry Perkin**, a fait des expérimentations avec du goudron de houille dans l'espoir de trouver un remède contre la **malaria**. Le goudron de houille est un liquide épais et collant qui reste lorsque le charbon est chauffé. Il n'a pas trouvé de remède contre la malaria, mais il a créé un liquide huileux qui a laissé des taches violettes sur le tissu. Les scientifiques pensent que c'était le premier colorant synthétique au monde. Un **colorant synthétique** est un colorant produit chimiquement.

Le savais-tu?

La couleur du colorant de Perkin était connue sous le nom de mauve en Angleterre, d'après le nom français de la fleur de mauve. Les chimistes l'ont désigné plus tard sous le nom de mauvéine.



Mauvéine (Hex #8D029B)

Le colorant de Perkin s'est avéré très populaire. Bientôt, les chimistes ont commencé à expérimenter pour trouver de nouvelles couleurs. Dans les années 1860, les colorants synthétiques étaient très prisés et tout un arc-en-ciel de couleurs était disponible.

Aujourd'hui, presque tous les colorants utilisés pour colorer les vêtements sont synthétiques. Les colorants synthétiques sont utilisés pour les raisons suivantes :

- Ils peuvent produire des couleurs vives.
- Ils ne s'estompent pas facilement à la lumière.
- Ils sont peu coûteux à fabriquer.
- Ils ne se délaveront pas.
- Ils peuvent colorer les tissus synthétiques comme le polyester et le nylon, contrairement aux colorants naturels.

Le savais-tu?

On estime que jusqu'à 200 000 tonnes de colorants synthétiques sont produites chaque année pour l'industrie textile.

Les problèmes avec les colorants synthétiques

Aussi populaires qu'ils soient, les colorants synthétiques posent de sérieux risques pour la santé des personnes et de l'environnement. Les déversements des usines de teinture de textiles peuvent polluer les systèmes aquatiques et nuire aux écosystèmes.

Les colorants synthétiques peuvent également avoir un impact sur la santé humaine. Les colorants, comme les colorants azoïques, sont très toxiques et peuvent endommager les cellules. Ces dommages peuvent causer des problèmes au système immunitaire des gens. Ils peuvent même mener au cancer. Certains colorants contiennent aussi des métaux lourds. Ceux-ci peuvent entraîner des troubles de l'apprentissage et des maladies rénales.



Deux femmes travaillant dans un bassin de colorant (Source: jun xu via Getty Images).

En raison de ces préoccupations, les colorants naturels font un retour en force. Mais ce ne sont pas seulement les animaux et plantes éprouvés depuis longtemps qui sont utilisés. Les bactéries constituent une source nouvelle et inhabituelle de colorants.

Pourquoi les bactéries?

La plupart des êtres vivants ont des cellules qui peuvent produire des **pigments**. Par exemple, les humains produisent de la **mélanine**. C'est ce qui donne à notre peau, à nos yeux et à nos cheveux leurs couleurs. Les pigments ne nous donnent pas seulement la couleur, ils peuvent aussi nous protéger. La mélanine dans notre peau et nos yeux aide à nous protéger des rayons UV nocifs.

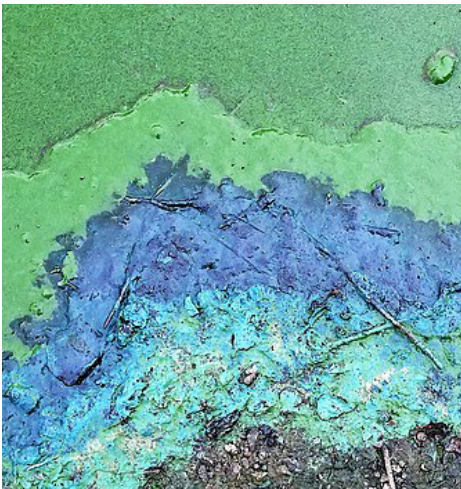
Le savais-tu?

L'**eumélanine** est le pigment associé à des couleurs plus foncées, comme le brun et le noir, dans notre peau et nos cheveux. La **phéomélanine** est associée à d'autres couleurs, comme le rouge, le rose et le jaune.

Tout comme les personnes, les bactéries produisent des pigments pour leur permettre de survivre. Les pigments produits par les bactéries les aident à vivre dans des environnements où les niveaux de température, de pH et de rayonnement sont extrêmes. Les pigments aident également certaines bactéries à effectuer la photosynthèse.

Le savais-tu?

Les cyanobactéries et les bactéries sulfureuses pourpres et vertes sont deux types de bactéries qui effectuent la photosynthèse. Leurs pigments absorbent l'énergie du soleil, qu'elles transforment en une forme d'énergie qu'elles peuvent utiliser.



De gauche à droite :Cyanobactéries dans l'eau et sur un rivage (Source: Rosser1954 [CC BY-SA 4.0] via Wikimedia Commons); Bactéries sulfureuses pourpres (Source: Image du domaine public par kOchstudiO via Wikimedia Commons); Bactéries sulfureuses vertes dans une source chaude (Source: IngerEriksen via Getty Images).

Voici quelques exemples de bactéries et de pigments qu'elles produisent. Les colonnes de droite décrivent leurs habitats et les rôles que jouent les pigments.

Pigment	Bactérie	Habitat	Rôle dans la bactérie
Violacéine (violet)	<i>Chromobacterium violaceum</i>	Habitats d'eau douce et marin	Protéger contre d'autres microorganismes
Caroténoïdes (jaune et orange)	<i>Serratia marcescens</i>	Sol et eau	Survivre dans les zones où les niveaux de rayonnement sont élevés
Prodigiosine (rouge)	<i>Serratia marcescens</i>	Sol, système digestif humain	Protéger contre d'autres bactéries.
Prodigiosine (rouge)	<i>Streptomyces coelicolor</i>	Sol	Protéger contre d'autres bactéries, aider les cellules à utiliser le fer
Pyocyanine (bleu-vert)	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	À l'intérieur des plantes et des animaux	Aider les cellules à utiliser le fer, virant au rose rougeâtre à des niveaux de pH inférieurs.

Le savais-tu?

Des scientifiques ont même utilisé certaines bactéries pour décomposer des colorants synthétiques présents dans l'environnement.

Comment les bactéries peuvent-elles être utilisées pour la teinture des vêtements?

Un certain nombre de pigments produits par les bactéries peuvent être utilisés comme colorants. Lorsque les scientifiques ont commencé à utiliser des colorants bactériens, ils ont procédé à la culture des bactéries directement sur le tissu.

Comment ça fonctionne

Teinture bactérienne



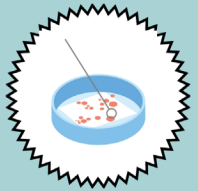
1 CULTIVER DES BACTÉRIES

Cultiver la souche de bactéries qui fabrique le pigment spécifique.

2 STÉRILISER LE TISSU



Mettre le tissu dans un four chaud pour tuer les microorganismes qui pourraient y vivre.



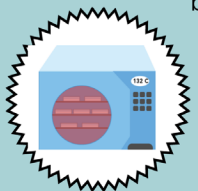
3 AJOUTER LES BACTÉRIES

Ajouter les bactéries et leur nourriture sur le tissu stérile.

4 CULTIVER PLUS DE BACTÉRIES SUR LE TISSU



Mettre les bactéries dans un endroit chaud où elles peuvent se reproduire rapidement et fabriquer beaucoup de pigments.

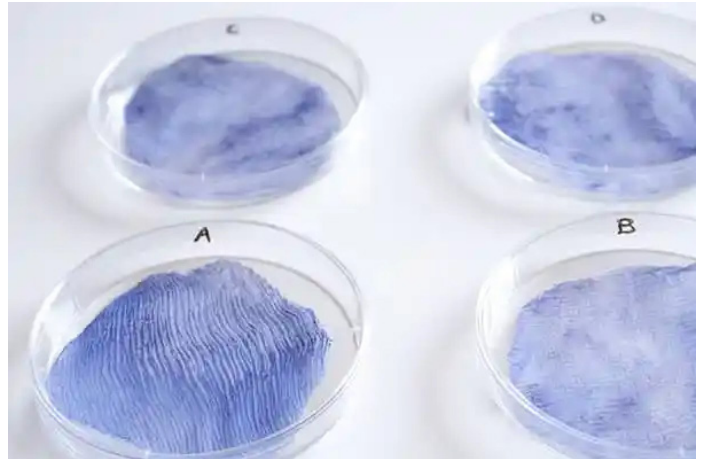


5 STÉRILISER LE TISSU

Mettre le tissu dans un four chaud pour tuer les bactéries.



Le pigment reste sur le tissu et le colore.



Échantillons de tissu après une teinture bactérienne (Source: Laura Luchtman & Ilfa Siebenhaar, Living Colour. Utilisé avec l'autorisation de l'auteur).

Avec cette méthode de « teinture vivante », chaque lot de tissu est unique. Leurs motifs reflètent la façon dont les **colonies** bactériennes se développent. L'avantage de la teinture vivante est que le tissu n'a pas besoin de produits chimiques nocifs ou de prétraitement. Elle nécessite également très peu d'eau et d'énergie.

Mais jusqu'à présent, cette méthode n'a été utilisée que dans les laboratoires, car certaines bactéries peuvent être nocives pour les gens. La teinture vivante doit également être effectuée de manière à ne pas introduire accidentellement d'autres types de microorganismes sur le tissu. Il serait difficile d'utiliser cette méthode à grande échelle.

L'avenir de la teinture bactérienne

Un certain nombre d'entreprises s'intéressent à l'**ingénierie génétique** des bactéries pour la production de pigments. Par exemple, Ginkgo Bioworks modifie des souches de bactéries pour produire le pigment violacéine.

Colorifix cultive et utilise désormais des bactéries à grande échelle. Voici comment ils procèdent.

1. Trouver une couleur dans la nature qu'ils veulent créer comme pigment.
2. Identifier le code ADN produisant cette couleur spécifique.
3. Modifier les microbes pour produire le pigment qu'ils contiendraient dans la nature.
4. Expédier environ 5 mL de bactéries à une teinturerie ou à une usine.

5. Cultiver les bactéries à la teinturerie ou à l'usine à l'aide d'un **fermenteur**. Un fermenteur est un grand réservoir où les bactéries peuvent se développer et se multiplier très rapidement. Les cellules bactériennes produisent le pigment. Il ne faut que 18 à 24 heures pour fabriquer une grande quantité du mélange de pigments.
6. Teindre le tissu en utilisant le mélange de pigments dans une machine de teinture standard.



Des séquences d'ADN pour les pigments trouvés dans la nature sont insérées dans les bactéries (Source: Colorifix Ltd. Utilisé avec permission).

Quels sont les avantages d'utiliser des bactéries?

- Contrairement aux colorants synthétiques, les pigments produits par les bactéries sont non toxiques et **biodégradables**.
- En raison de la façon dont ils sont cultivés, les pigments des bactéries s'attachent au tissu sans requérir l'usage de **fixateurs** agressifs. Les fixateurs sont des produits chimiques qui aident les colorants et les pigments à adhérer au tissu, afin qu'ils ne se délavent pas.
- Contrairement à d'autres pigments naturels, la culture des bactéries est bon marché, leur multiplication se fait rapidement et leur production ne nécessite pas de terres.
- En prime, de nombreux pigments de bactéries peuvent tuer les microorganismes et même aider à traiter le cancer.

Alors que le monde se préoccupe de plus en plus de la durabilité, l'avenir des colorants et des pigments pourrait provenir des bactéries minuscules mais puissantes.

Les bactéries mangeuses de plastique : les recycleurs de la nature

Le problème avec le plastique

Pense à tout le plastique que tu vois tous les jours. L'eau que tu bois est embouteillée dans des bouteilles en plastique et les aliments que tu manges sont emballés dans du plastique. Le stylo dans ta main est probablement en plastique, et l'appareil sur lequel tu lis ce texte est aussi fait en partie de plastique. Mais où finit tout ce plastique? Nous espérons que le plastique sera recyclé pour produire du nouveau plastique. Mais la plupart des plastiques ne sont pas recyclés. Les plastiques finissent plutôt dans les décharges et dans nos cours d'eau.

Le savais-tu?

Seulement 9 % des déchets plastiques produits dans le monde sont recyclés.

La quantité de plastique dans l'environnement est aujourd'hui un gros problème. La situation s'aggrave d'année en année. Plus de 12 millions de tonnes métriques (Tm) de plastique sont rejetées dans l'océan chaque année. Tout ce plastique s'ajoute aux 362 millions de tonnes métriques de déchets plastiques qui s'y trouvent déjà. 4,1 millions de tonnes proviennent du Canada.

Tout ce plastique représente un grave problème pour la vie marine. Les déchets plastiques représentent 80 % de tous les débris marins. Il est mangé par des animaux comme les baleines, les poissons et les oiseaux de mer. Ces animaux développent alors des problèmes de santé importants.



La poignée d'un sac d'épicerie en plastique est emmêlée autour du cou d'une tortue de mer (Source : Jag_cz via Getty Images).

D'autres types de déchets plastiques peuvent emprisonner des animaux marins ou les étrangler.

Les **microplastiques** constituent un autre problème. Les microplastiques proviennent d'objets en plastique plus grands et entrent dans la chaîne alimentaire.

L'utilisation du plastique présente de nombreux avantages. Le gros inconvénient, cependant, c'est que la majorité des plastiques ne sont pas **biodégradables**. Un récipient vide de détergent à lessive qui se retrouve dans l'océan y sera encore dans des centaines d'années. Même le plastique conçu pour être biodégradable prend beaucoup de temps à se décomposer. Pour régler ce problème, il faut faire preuve d'innovation.

Et si quelque chose pouvait manger le plastique?

En mars 2016, des scientifiques du Japon ont fait une découverte surprenante. Les scientifiques ont découvert que certaines bouteilles d'une usine de recyclage avaient été décomposées par des bactéries. La bactérie nouvellement découverte a été baptisée *Ideonella sakaiensis*.

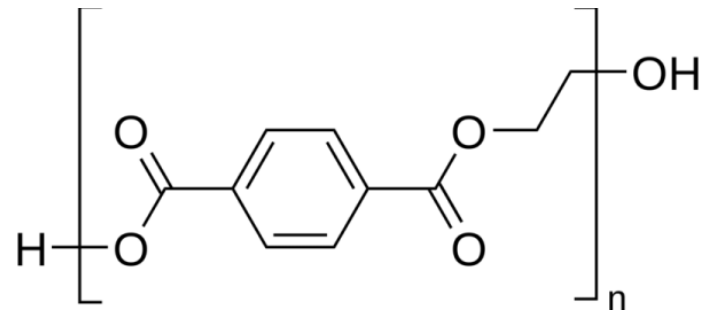
Le savais-tu?

Cette bactérie a été nommée d'après l'usine de recyclage de Sakai, au Japon.

Ideonella sakaiensis est une bactérie à gram négatif en forme de bâtonnet. Les scientifiques pensent que la bactérie a naturellement **évolué** pour consommer un certain type de plastique. Depuis un certain temps, les scientifiques pensent à utiliser des **microorganismes**, comme les bactéries, pour décomposer le plastique. Ils et elles ont surtout essayé d'utiliser des bactéries *Escherichia coli* (*E. coli*). Toutefois, l'*E. coli* ne décompose pas très bien le plastique. Cette bactérie préfère les sucres à tout le reste. *Ideonella sakaiensis*, en revanche, préfère un type de plastique appelé polyéthylène téréphtalate, ou PET. Le polyéthylène téréphtalate est un type de plastique couramment utilisé pour fabriquer des bouteilles d'eau et des emballages alimentaires.

Consommer une bouteille en plastique

Qu'est-ce qu'on entend par « cette bactérie peut décomposer le plastique »? Tout d'abord, il est important de savoir que le plastique PET est composé d'unités répétées de $C_{10}H_8O_4$. Ce type de **molécule** s'appelle un **monomère**. Les monomères peuvent réagir chimiquement avec d'autres monomères pour former de longues chaînes appelées **polymères**.



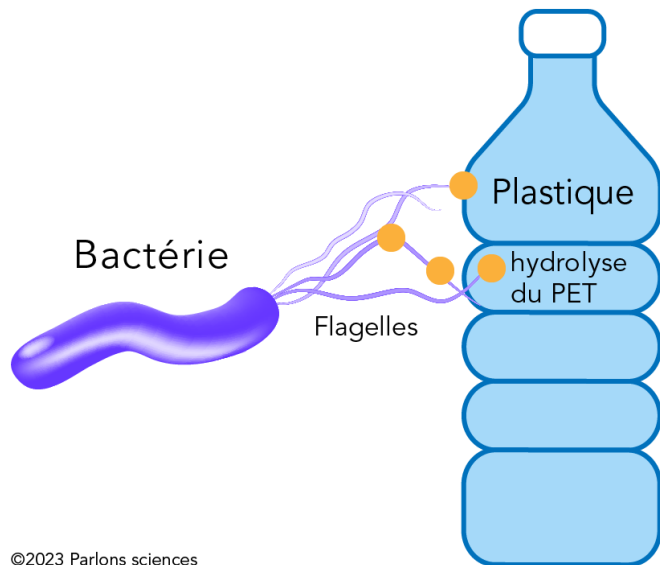
Monomère du polyéthylène téréphtalate (PET) (Source : Schippmeister [CC BY-SA 4.0] via Wikimedia Commons).

Les différents types de plastique utilisent différents monomères pour fabriquer des polymères. Les liaisons entre les monomères sont très fortes. C'est ce qui rend le plastique résistant et durable. Tu peux en faire l'expérience toi-même. Essaie de déchirer une bouteille d'eau en plastique avec tes mains. C'est impossible! C'est la solidité des polymères qui permet aux plastiques de demeurer si longtemps dans l'environnement. Les processus naturels ne peuvent normalement que briser le plastique en plus petits morceaux. Ils ne peuvent pas briser les chaînes de polymères.

La bactérie *Ideonella sakaiensis* est différente, car elle peut briser les liaisons entre les monomères. Elle le fait à l'aide d'**enzymes**. Les êtres vivants utilisent des enzymes pour de nombreux processus vitaux. Ces enzymes accélèrent les réactions chimiques qui ont lieu dans les cellules.

L'un des rôles courants des enzymes est la **digestion**. Les enzymes digestives des bactéries ont pour fonction de décomposer les grosses molécules en plus petites. Ces molécules plus petites peuvent alors être absorbées par les bactéries. La bactérie prend ce dont elle a besoin et élimine (**excrète**) le reste.

Ideonella sakaiensis produit une enzyme appelée **hydrolyse du PET** (parfois appelée **PETase**). Cette enzyme permet de briser les liaisons dans le polymère pour former des monomères. La bactérie absorbe ensuite les monomères pour les utiliser comme source d'énergie. Ce phénomène est similaire à la façon dont les humains décomposent les aliments.



©2023 Parlons sciences

Bactéries digérant une bouteille d'eau en plastique (©2023 Parlons sciences).

Il n'y a pas de temps à perdre!

À première vue, l'utilisation de bactéries semble être un excellent moyen de se débarrasser de tous les déchets plastiques qui polluent l'environnement. Nous pourrions cultiver de nombreuses bactéries *Ideonella sakaiensis*, l'ajouter aux déchets plastiques et laisser les bactéries se régaler! Malheureusement, cette idée présente quelques inconvénients.

Le premier inconvénient est qu'il y a énormément de déchets plastiques. Depuis l'invention du plastique, nous avons produit 8,3 milliards de tonnes de cette matière. De plus, 79 % de tout ce plastique s'est retrouvé dans les décharges ou dans l'environnement. Il restera là jusqu'à ce que quelque chose vienne enfin le décomposer. Il serait difficile de cultiver suffisamment de bactéries pour manger le plastique que nous envoyons dans l'environnement chaque année, sans parler du plastique qui s'y trouve déjà. Le deuxième inconvénient est que les bactéries digèrent le plastique très lentement.



Un énorme tas de bouteilles en plastique (Source : STORYPLUS via Getty Images).

Les scientifiques se sont donc demandé s'il existait un moyen d'accélérer le processus. En 2018, des chercheurs et des chercheuses de l'Université de Portsmouth ont compris la structure 3D d'une enzyme, la PETase. Cette compréhension leur a permis de mettre au point la PETase pour décomposer les bouteilles en quelques jours, plutôt qu'en quelques mois. Le processus est encore trop lent pour venir à bout de tous les déchets que nous avons créés, mais c'est un bon début. En 2020, des chercheurs et des chercheuses de la même université ont combiné la PETase avec une autre enzyme similaire. Cette combinaison a produit une « super-enzyme » qui fait le travail six fois plus vite.

Il fait chaud, n'est-ce pas?

Un troisième inconvénient est que les enzymes doivent se trouver dans un environnement où la température est supérieure à 30°C. Ces environnements ne se trouvent que dans certaines parties du monde. Le reste du monde est trop froid. Cela signifie que les inconvénients du chauffage des bactéries pour leur faire digérer le plastique, à la fois en termes de coûts et d'impact sur l'environnement, sont trop élevés.

Heureusement, des scientifiques suisses ont trouvé des bactéries qui peuvent digérer certains types de plastique à des températures plus froides. Ces scientifiques ont vu que ces bactéries fabriquent des enzymes qui décomposent le plastique à 15 °C. Ils et elles pensent que les enzymes pourraient fonctionner à des températures aussi basses que 4 °C.

Il faut se débarrasser de tout!

L'inconvénient des bactéries à température froide est qu'elles ne peuvent décomposer que quelques types précis de plastique. C'est un problème que l'on rencontre avec les bactéries mangeuses de plastique en général. Par exemple, seules les bactéries capables de produire de la PETase peuvent décomposer le plastique PET. Et, à température froide, les bactéries ne peuvent décomposer que les plastiques biodégradables comme le **polyester-polyuréthane (PUR)**.

D'autres articles courants sont fabriqués à partir d'un autre type de plastique appelé **polyéthylène (PE)**. Le PE est le plastique utilisé dans les bouteilles de shampoing et de lessive. Il entre aussi dans la fabrication des objets comme les seaux en plastique et les jouets pour enfants. Il n'est pas biodégradable et, jusqu'à présent, nous n'avons découvert aucune bactérie capable de le digérer.

Mais il y a encore de l'espoir. En février 2023, des scientifiques ont suggéré que la réponse pourrait se trouver dans le **vers de cire**. Les vers de cire sont les larves de la fausse-teigne. Les scientifiques ont découvert que les bactéries présentes dans l'intestin des larves de la petite fausse-teigne (*Achroia grisella*) étaient capables de digérer les PE de faible densité. Ce type de plastique est utilisé dans des objets comme les sacs de plastique et le papier bulle. Bien qu'il y ait encore beaucoup de recherches à faire, c'est un début prometteur.

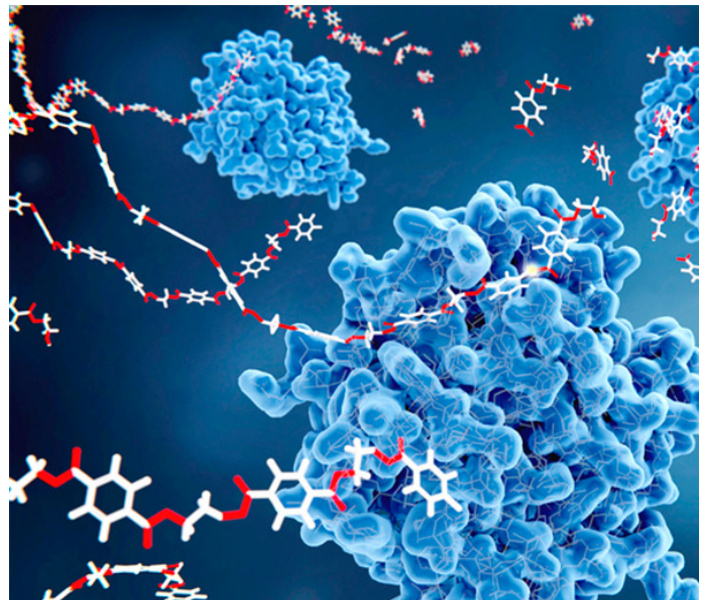


Larves de la petite fausse-teigne (*Achroia grisella*) (Source : Rasbak [CC BY-SA 3.0] via Wikimedia Commons).

Ce qui entre doit sortir

La dernière chose à noter à propos des bactéries mangeuses de plastique est qu'elles produisent des déchets; un peu comme nous avec la nourriture que nous mangeons! Ces déchets se présentent sous la forme de petits monomères à partir desquels le plastique a été fabriqué. On dirait un liquide gluant. Contrairement à d'autres déchets, ce déchet a quelques utilisations potentielles. Il peut être recyclé en d'autres objets en plastique. Par exemple, une usine de recyclage en France utilise des bactéries pour décomposer le plastique PET. Les déchets sont utilisés pour fabriquer de nouveaux objets en PET qui, selon les chercheurs et les chercheuses, sont aussi bons que le plastique PET ordinaire.

L'avenir de l'utilisation des bactéries pour décomposer le plastique semble prometteur, et peut-être un peu visqueux.



PET et PETase (JUAN GAERTNER/SCIENCE PHOTO LIBRARY, Getty Images)

Découvrir des médicaments à l'aide de l'apprentissage machine

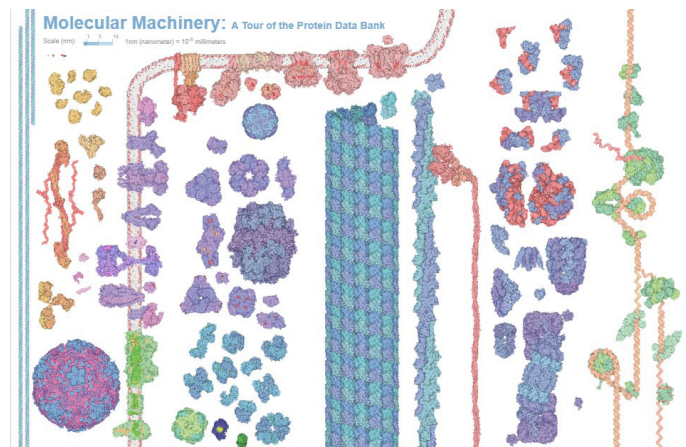
Chaque cellule dans le corps humain contient des **protéines**. Ces **molécules** font partie des éléments constitutifs du vivant. Le corps humain est composé de milliards de protéines, et elles sont essentielles pour nous aider à digérer la nourriture, à effectuer des mouvements et même à réfléchir. Les protéines contribuent à la construction et à la réparation des tissus de l'organisme. Elles permettent également au corps de fonctionner comme il le devrait. Il y a des milliers de protéines différentes dans le corps humain. Chacune a une ou plusieurs fonctions spécifiques.

Les protéines comme médicaments

De plus en plus de protéines sont maintenant utilisées dans le développement de médicaments pour traiter les maladies. Trouver une nouvelle protéine pour un médicament est souvent comme trouver une aiguille dans une meule de foin. Les scientifiques examinent des milliers de protéines présentes dans la nature jusqu'à en découvrir une qui se comporte au plus proche de leurs attentes. Puis vient le long et difficile processus de faire en sorte que la protéine produise ce qui est recherché dans le corps sans aucun effet négatif. Tout cela est ardu et nécessite beaucoup de temps et de ressources. Plus de la moitié du temps, le processus ne parvient pas à produire une protéine qui fonctionne.

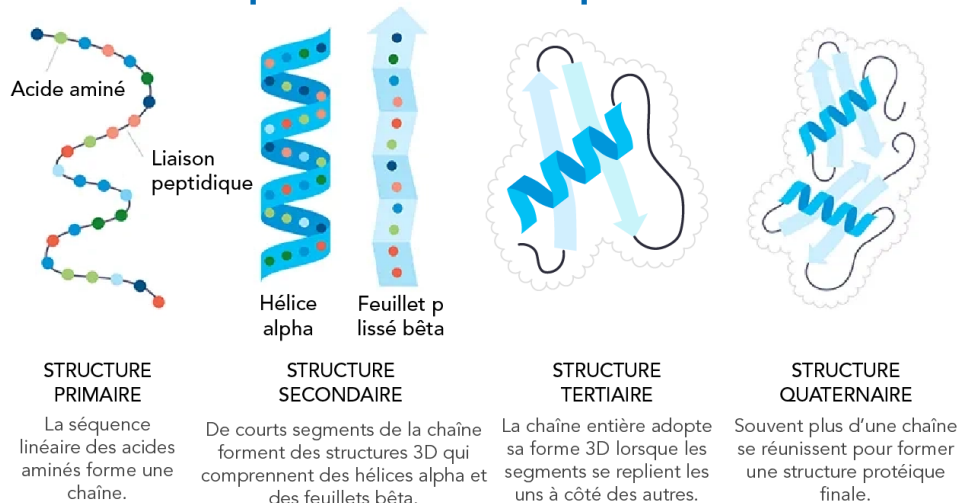
Le problème du repliement des protéines

Les protéines sont fabriquées à partir de longues chaînes d'éléments constitutifs moléculaires appelés acides aminés. La plupart des protéines sont constituées de 20 types d'acides aminés différents. Les acides aminés peuvent se lier de différentes manières pour former des protéines ayant une variété de formes et de tailles. L'ordre des acides aminés détermine la structure tridimensionnelle d'une protéine. La structure détermine la fonction de la protéine dans le corps.



Images 3D d'une variété de protéines naturelles à l'intérieur et à l'extérieur d'une cellule (Source: Capture d'écran de la Protein Data Bank <https://cdn.rcsb.org/pdb101/molecular-machinery/>).

Repliement d'une protéine



Déterminer l'ordre des acides aminés codés par les gènes humains représentait auparavant un travail considérable. Mais grâce au projet sur le génome humain, les scientifiques sont maintenant en mesure de le faire très rapidement. En revanche, ce qui ne peut être fait rapidement est de comprendre comment les chaînes d'acides aminés se replient et remplissent la fonction d'une protéine. C'est parce qu'il y a énormément de façons dont une protéine peut se replier.

Pour prédire comment une protéine pourrait se replier, il faut une énorme quantité de puissance de calcul. C'est là que l'**intelligence artificielle (IA)** et l'**apprentissage machine (AM)** peuvent aider.

L'apprentissage machine et le repliement des protéines

Le 22 juillet 2021, **DeepMind**, qui fait partie de Google, a publié une recherche sur les protéines et l'AM. L'AM a été utilisé pour prédire les structures d'environ 100 000 protéines. Les chercheurs ont utilisé un système appelé **AlphaFold**. AlphaFold utilise des données sur les protéines pour apprendre à prédire les structures protéiques. Même si les prédictions du modèle demeurent imparfaites, elles s'améliorent de jour en jour. RoseTTAFold est un outil similaire. Il a été développé par l'Institute for Protein Design (IPD) de l'Université de Washington.

Il est important de noter qu'il faut une très grande quantité de données sur les protéines pour aider à concevoir de nouvelles protéines médicaments.

Ces données sont principalement recueillies à partir de tests de laboratoire et d'études cliniques sur des patients.

Les protéines et la biologie générative

Trouver et comprendre les protéines naturelles nécessite beaucoup de temps. Et si les scientifiques pouvaient trouver un moyen de concevoir des protéines médicaments plus rapidement et avec plus de succès? Ou mieux encore, et s'il leur était possible de sauter le processus de trouver une protéine dans la nature et de simplement en concevoir une à partir de zéro? C'est là qu'intervient la biologie générative.

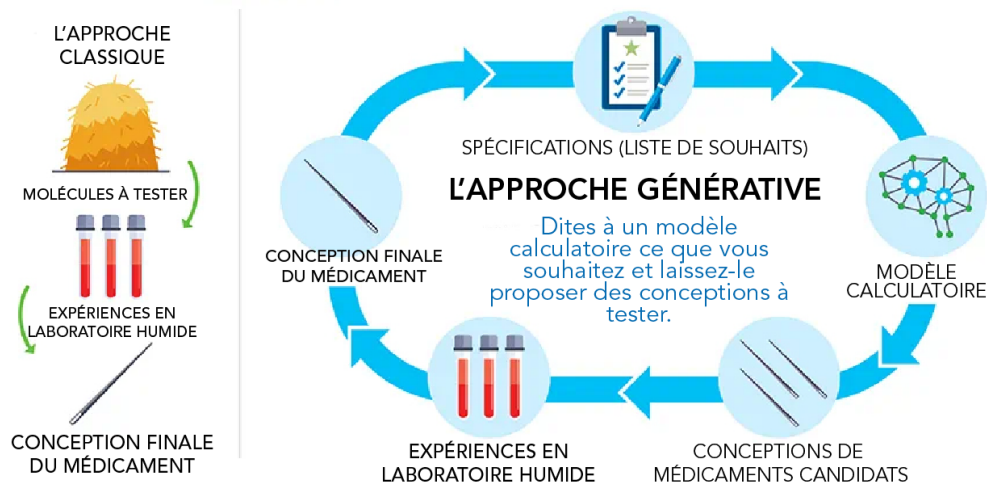
La **biologie générative** consiste à utiliser des ordinateurs pour apprendre à partir de données à générer de nouvelles données.

Par exemple, les scientifiques peuvent utiliser des données sur les protéines pour entraîner des modèles calculatoires (ou modèles informatiques). Plus ces modèles seront alimentés en données, plus ils seront efficaces, rapides et performants. À l'avenir, les modèles calculatoires pourraient apprendre comment fabriquer n'importe quelle protéine que les gens pourraient vouloir.

Le savais-tu?

Le terme biologie générative vient des modèles que les scientifiques utilisent, lesquels sont désignés sous le nom de **modèles informatiques génératifs**.

Découverte de protéines médicaments

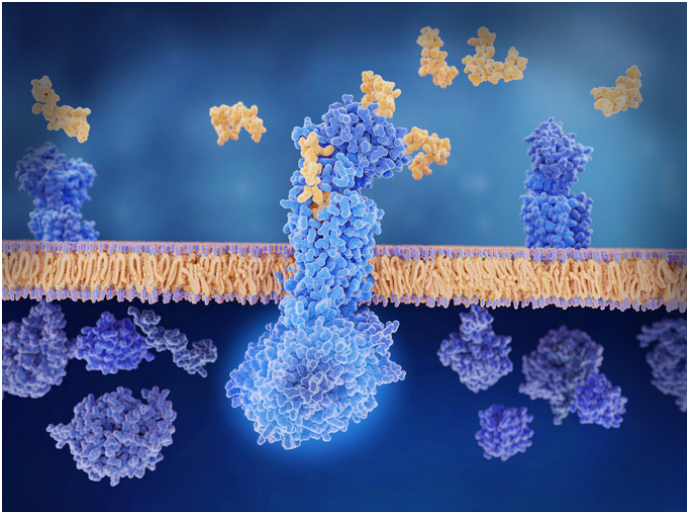


La découverte classique de protéines médicaments versus la biologie générative (Source: Adaptée d'une image par AMGEN. Utilisation avec permission).

Faire des liens

Prédire la structure des protéines n'est pas tout ce que RoseTTAFold et AlphaFold peuvent faire. Ils peuvent maintenant également modéliser comment les protéines se connectent (se lient) les unes aux autres. Être capable de voir comment les protéines se lient les unes aux autres est un aspect clé du développement de médicaments.

L'AM pourrait être utilisé pour créer des protéines spécifiques qui se lieraient à une cible spécifique, ce qui serait beaucoup plus rapide que de les fabriquer à partir de zéro en laboratoire.



Petites protéines se liant à une grande protéine réceptrice dans la membrane d'une cellule nerveuse (Source: JUAN GAERTNER/SCIENCE PHOTO LIBRARY via Getty Images).

L'espoir est que l'AM peut aider à déterminer quelles protéines sont utiles en moins d'étapes et avec moins de surprises. En diminuant le temps de recherche, les entreprises pharmaceutiques peuvent fournir des traitements aux personnes encore plus rapidement qu'auparavant.

Parlons sciences apprécie les contributions de Natasha Bond d'Amgen dans l'élaboration de cette partie du manuel.

Conçois ta propre bactérie!

Pense à utiliser le Processus Concevoir et construire pour ce défi.

Cette activité aidera à développer des habiletés connexes aux phases Identifier le problème, Effectuer des recherches, Rechercher des idées, Planifier ainsi que Réfléchir et échanger de ce processus.

Matériel

- Papier et outils pour écrire ou dessiner (p. ex., crayons, crayons de couleur, crayons-feutres) ou
- Un appareil avec un programme de dessin numérique

Marche à suivre!

Imagine que tu es un chercheur ou une chercheuse scientifique qui travaille sur les bactéries. Ta tâche est de concevoir une nouvelle bactérie qui viendra en aide aux humains d'une quelconque façon.

1. **Identifier le problème** – Pense à ce que tu veux que ta bactérie puisse faire. Comment aidera-t-elle les gens?
2. **Effectuer des recherches** – Tu pourrais trouver utile de lire les articles suivants sur les bactéries, notamment Introduction aux bactéries, Coloration des vêtements avec des bactéries et Les bactéries mangeuses de plastique : les recycleurs de la nature, pour te donner une idée de certains des divers aspects et des différentes fonctions des bactéries.
3. **Rechercher des idées** – De quels genres de parties du corps aura-t-elle besoin? De quoi aura-t-elle besoin pour se protéger? De quoi aura-t-elle besoin pour survivre dans son environnement?
4. **Planifier** – Quelles idées sont tes meilleures? Comment montreras-tu aux gens ce à quoi ta bactérie pourrait ressembler?
5. **Réfléchir et échanger** – Conçois ta bactérie et partage-la avec les autres.

Qu'est-ce qui se passe?

Les bactéries sont tout autour de nous. On peut en trouver presque partout! Les bactéries sont très bonnes pour s'adapter à de nouveaux environnements. C'est en partie dû au fait qu'elles se reproduisent très rapidement. Par exemple, l'E. coli peut doubler sa population en 20 minutes! Chaque fois qu'un organisme se reproduit, il y a une chance que son **ADN** change. Ces changements sont appelés mutations. Parfois, les mutations aident les bactéries à survivre. Si une bactérie a une mutation aidante, d'autres bactéries peuvent aussi la développer. En une journée, tu pourrais avoir une population entière qui peut maintenant survivre dans un nouvel environnement. Compare ce rythme avec celui des humains. Il faudrait de nombreux enfants et de nombreuses années pour répandre une mutation dans une population humaine.

C'est pourquoi les bactéries ont tant de fonctions et capacités différentes. C'est aussi pourquoi nous devons continuer de créer de nouveaux **antibiotiques**. Les bactéries peuvent évoluer rapidement et y devenir résistantes! C'est de là que vient le terme « bactéries résistantes aux antibiotiques ». Les gens peuvent aider en ne prenant des antibiotiques que lorsqu'ils et elles en ont réellement besoin.

Pourquoi est-ce important?

Certaines bactéries peuvent être dangereuses pour nous et certaines bactéries nous sont bénéfiques. Nous utilisons les bactéries pour produire divers aliments, teindre des vêtements et décomposer les plastiques. Et il y a tellement d'autres choses que les bactéries peuvent faire!

As-tu déjà vu les termes « pro-biotiques » ou « pré-biotiques » sur des emballages alimentaires? Il s'agit d'aliments qui aident à maintenir les « bonnes » bactéries dans ton corps afin d'aider à te garder en bonne santé! Il y a de nombreuses « bonnes » bactéries dans notre corps qui aident à nous protéger contre les « mauvaises ».

Pousser l'enquête

- Crée un modèle 3D de ta bactérie.
- Est-ce qu'il y a des bactéries comme la tienne qui existent dans la vraie vie? Essaie de le découvrir!
- De quelle autre façon les gens utilisent-ils les bactéries?

Ayo Bolaji

Bioinformaticienne, l'Agence de la santé publique du Canada et professeure auxiliaire au Providence University College.

Je suis née à Saki, dans l'État d'Oyo au Nigéria, où j'ai vécu jusqu'à l'âge de 7 ans. J'ai ensuite déménagé à Ibadan, Nigéria, puis j'ai quitté le pays quand j'avais 14 ans pour London, Ontario, Canada. J'habite désormais Winnipeg, Manitoba

J'ai obtenu mon baccalauréat ès sciences à l'Université Queen's à Kingston, en Ontario, et mon doctorat en biologie cellulaire et moléculaire à l'Université de Sherbrooke, Québec, Canada. Ces deux diplômes m'ont permis d'acquérir des bases solides en génétique, en ce qui concerne les cellules et sur les relations hôte-pathogène. Au cours de ma bourse postdoctorale à l'Université du Manitoba de 2019 à 2021, j'ai commencé à m'intéresser à la biologie computationnelle. J'étais intéressée par la découverte de solution biologique de rechange à l'utilisation de fertilisant dans le but de protéger les cultures canadiennes, comme le canola, le soya et le maïs. J'ai développé la plateforme de séquençage par nanopores ainsi que les procédures d'analyse des données pour trouver et analyser les gènes d'intérêts dans les bactéries.

Ce que je fais au travail

Je travaille au Laboratoire national de microbiologie de l'Agence de la santé publique du Canada. Je suis une agente de liaison en génomique entre le gouvernement du Canada et celui du Manitoba. J'aide à la surveillance de microorganismes, de bactéries et de virus qui peuvent affecter notre santé. Je participe aussi à des enquêtes sur ces organismes. Dans mes tâches quotidiennes, j'utilise des outils de biologie computationnelle. Cela comprend des logiciels, des algorithmes et les mathématiques. Ces outils nous aident à comprendre la génomique des pathogènes qui sont préoccupants en matière de santé publique. Je m'assure également que les renseignements obtenus sont communiqués aux docteurs et docteuses et aux épidémiologistes. Je m'assure que les renseignements sont dans une forme facilement compréhensibles pour les non-chercheurs et non-chercheuses.



Cela est important parce que l'information que je fournis est utilisée pour prendre des décisions et établir des politiques en matière de santé publique.

Mon parcours

J'ai toujours su que je voulais être une chercheuse. Mais je ne savais pas dans quelle branche. Pendant la pandémie de COVID-19, j'ai travaillé comme biologiste computationnelle au Laboratoire national de microbiologie. Cela m'a permis de comprendre comment mes compétences pouvaient être utilisées pour aider à prendre de meilleures décisions en matière de santé publique. Être la seule personne issue de minorités dans la pièce a toujours été difficile pour moi lorsque j'étais à l'école. Mais maintenant, mes points de vue et mes opinions sont appréciés. Les résultats de mes recherches ont aidé au développement de politiques de santé qui ont été déployées à l'échelle provinciale et nationale. Aujourd'hui, je considère que c'est un privilège.

Ce qui me motive

J'aime être en mesure de mettre en lumière la nature d'une maladie et de comprendre ce qui la rend plus contagieuse que ce que l'on avait prévu. Quand j'arrive à comprendre les parties complexes du génome d'un organisme, ces renseignements peuvent être utilisés pour faire progresser le traitement des patients et patientes. Ils pourraient aussi aider à répondre aux épidémies. Ils pourraient même être utilisés pour modifier les politiques de santé publique.

Comment j'influence la vie des gens

Je suis aussi professeure auxiliaire au Providence University College. J'y donne un cours de génétique de deuxième année. Comme c'est une petite université, les classes aussi sont petites, ce que j'apprécie. Il est toujours gratifiant pour moi de voir les étudiants et étudiantes qui comprennent des concepts complexes comme l'édition génique et la thérapie génique. C'est génial de les voir planifier une carrière en génétique ou génomique.

Références



Introduction aux bactéries

- Arizona State University. (2014, July 3). Microbes: The good, the bad, the ugly.
- Bailey, R. (2019, August 20). Bacteria shapes. ThoughtCo.
- Bruckner, M. Z. (n.d.). Gram staining. Carlton College.
- Davidson, M. W. (2015, November 13). Bacteria cell structure. Florida State University.
- Humm Kombucha. (2017). The difference between good bacteria and bad bacteria.
- Microbiology Online. (n.d.). Bacteria. Microbiology Society.
- Microscope Master. (n.d.). Unicellular organisms.

Les virus

- Freudenrich, C., & Kiger P. J. (2020). How viruses work. HowStuffWorks.
- Howell, A. (2020) Are viruses alive? | Ask A Biologist. Arizona State University.
- Khan Academy. Are viruses dead or alive?
- Morgridge Institute for Research. (2020). Virus structure.
- Open Text BC. (n.d.). The viral life cycle.
- Wagner, R. & Krug, R. (n.d.). Virus. Encyclopaedia Britannica.

La microbiologie marine : À la rencontre des microbes de la mer!

- Australian Institute of Marine Science. (n.d.). Marine microbes.
- Becker, J. (n.d.). A drop in the ocean is teeming with life. MIT WHOI.
- Center for microbial oceanography. (n.d.). Marine microbes.
- Hall, D. (2019) Marine Microbes. Smithsonian Ocean.
- Lin, L. Y., & Meighen, E. A. (2009, January 25). Bacterial bioluminescence. Photobiology.info.
- Lindsey, R., & Scott, M. (2010, July 13). What are phytoplankton? NASA.
- Microbial Life Educational Resources. (n.d.). Microbial life in marine environments. Carleton College.
- Roach, J. (2004, June 7). Source of half Earth's oxygen gets little credit. National Geographic.

Coloration des vêtements avec des bactéries

- Aalto University. (2022, Sept. 30). Lab-grown pigments and food by-products: The future of natural textile dyes. Physics.org.

- Abrahart, E.N. & Stothers, J.B. (n.d.). Dye. Britannica.com.
- Azman A-S, Mawang C-I, Abubakar S. Bacterial Pigments: The Bioactivities and as an Alternative for Therapeutic Applications. Natural Product Communications. 2018;13(12). <http://doi:10.1177/1934578X1801301240>
- Bernard, J.P. (2018, July 16). A brief history of synthetic dyes. First Source Worldwide, LLC.
- Celedón, R. S., & Díaz, L. B. (2021). Natural Pigments of Bacterial Origin and Their Possible Biomedical Applications. *Microorganisms*, 9(4), 739. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9040739>
- Chimileski, S. (2017, Nov. 4). Bacterial Dyes in Fashion. American Society for Microbiology.
- Cratsenburg, E. (n.d.). Natural Colors with Octarine Bio. Ginkgo Bioworks.
- Lellis, B., Fávares-Polonio, C. Z., Pamphile, J. A., & Polonio, J. C. (2019). Effects of textile dyes on health and the environment and bioremediation potential of living organisms. *Biotechnology Research and Innovation*, 3(2), 275–290. <https://doi.org/10.1016/j.biori.2019.09.001>
- Narsing Rao, M. P., Xiao, M., & Li, W.-J. (2017). Fungal and bacterial pigments: Secondary metabolites with wide applications. *Frontiers in Microbiology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01113>
- Photosynthesis Education. (n.d.). Photosynthesis in Bacteria.
- Textile Engineering. (2023, May 7). Synthetic Dyes: Properties, Types, Classification and Application.
- Weber, H. (2022, May 27). Steal this hot new summer look (it's bacteria). TechCrunch.com
- ## Les bactéries mangeuses de plastique : les recycleurs de la nature
- Ali, S.S., T. Elsamahy, D. Zhu and J. Sun (2023). Biodegradability of polyethylene by efficient bacteria from the guts of plastic-eating waxworms and investigation of its degradation mechanism. *Journal of Hazardous Materials* 443(B): <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.130287>
- Carpenter, S. (Mar 10, 2021). The Race to Develop Plastic-Eating Bacteria. Forbes.
- Carrington, D. (Sept 28, 2020). New super-enzyme eats plastic bottles six times faster. The Guardian.
- Castro, J. (April 26, 2014). How Do Enzymes Work? Live Science.
- Cohen, L. (May 11, 2023). Plastic-eating microbes from one of the coldest regions on Earth could be the key to the planet's waste problem. CBS News.
- Daniell, K. (Apr 16, 2018). Engineering a plastic-eating enzyme. EurekaAlert!

Dutfield, S. (Mar 23, 2022). Plastic-eating bacteria: Genetic engineering and environmental impact. *Live Science*.

European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency (August 3, 2023). New LIFE for waste plastic.

Geyer, R., J. R. Jambeck and K. L. Law (Jul 19 2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances* 3(7): <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

Horton, H. (May 10, 2023). Microbes discovered that can digest plastics at low temperatures. *The Guardian*.

Kaur, K., S. Sharma, N. Shree and R. Mehrotra (2023). Recent Advancements and Mechanism of Plastics Biodegradation Promoted by Bacteria: A Key for Sustainable Remediation for Plastic Wastes. *Biosciences Biotechnology Research Asia* 20(1): <http://dx.doi.org/10.13005/bbra/3063>

Morris, A. (Feb 6, 2023) How waste-eating bacteria digest complex carbons. *Northwestern Now*.

Oceana (n.d.). Stop Plastic Pollution: Let's Work Towards Zero Plastic Waste.

Ruthi, J., M. Cerri, I. Brunner, B. Stierli, M. Sander and B. Frey (2023). Discovery of plastic-degrading microbial strains isolated from the alpine and Arctic terrestrial plastisphere. *Frontiers in Microbiology* 14. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1178474>

Tournier, V., C.M. Topham, A. Gilles, B. David, C. Folgoas, E. Moya-Leclair, E. Kamionka, M.-L. Desrousseaux, H. Texier, S. Gavalda, M. Cot, E. Guemard, M. Dalibey, J. Nomme, G. Cioci, S. Barbe, M. Chateau, I. Andre, S. Duquesne, and A. Marty (2020). An engineered PET depolymerase to break down and recycle plastic bottles. *Nature* 580: 216-219.

Wilkes, R.A., J. Waldbauer, A. Carroll, M. Nieto-Dominguez, D. J. Parker, L. Zhang, A.M. Guss and L. Aristilde (2023). Complex regulation in a *Comamonas* platform for diverse aromatic carbon metabolism. *nature chemical biology* 19: 651-662.

World Economic Forum (January 2016). The New Plastics Economy: Rethinking the future of plastics.

Yoshida, S., K. et al. (Mar 11, 2016). A bacterium that degrades and assimilates poly(ethylene terephthalate). *Science* 351(6278): 1196-1199. <https://doi.org/10.1126/science.aad6359>.

Découvrir des médicaments à l'aide de l'apprentissage machine

Amgen. (2022, July 6). Generative Biology: Designing Biologic Medicines with Greater Speed and Success.

Dill, Ken A et al. The protein folding problem. *Annual review of biophysics* vol. 37 (2008): 289-316. DOI: 10.1146/annurev.biophys.37.092707.153558

Callaway, E. (2020, November 30). "it will change everything": Deepmind's ai makes gigantic leap in solving protein structures. *Nature News*. <https://www.nature.com/articles/d41586-020-03348-4>

Beam, A. & Gibson, M. (2019, Nov. 11). The Coming Age of Generative Biology. *Flagship Pioneering*.