

LE POINT BIOLOGIQUE



Volume 15 — 2021

Le tour du monde
à dos de plastique

Le cannabis pour
séquestrer du
carbone et construire
des maisons: on
gagne au chanvre!

Les tatouages,
une mode toxique?

Les éléments
de terres rares,
pas rares du tout!

Les voisins
de nos recoins

LE POINT BIOLOGIQUE

Édité par le regroupement des étudiant(e)s en
biologique de l'Université du Québec à Montréal
(RÉÉBUQAM)

141 Président-Kennedy, local SB-R231
Téléphone: 514-987-3000 poste 4152
Courriel: reeb@uqam.ca

**Éditrice, rédactrice en chef
et superwoman du dimanche**
Karen Lagueux

**Rédacteur en chef adjoint
et Batman du Point Bio**
Guillaume Desmarais-Fyfe

**Coordonnatrice et arc-en-ciel
de la communication**
Lytana Lécuyer

Coordonnateur et architecte numérique
Jérémy Pelletier

Rédacteurs
Laurie Auclair, Sarah-Maude Bélanger, Nicolas
Boucher, Laurence Bourgeois-Racette, Sandrine
Breton, Domitille Condrain-Morel, Guillaume
Desmarais-fyfe, Audrey Dufour, Christophe
Duong-Lefebvre, Jean-Benoit Fortier, Marie-
Claude Guénette, Danyk Huard, Charlie Labelle,
Olivier Langlois, Kim Langlois, Jérémy Pelletier,
Charles Préfontaine, Sandrine Tremblay
et Matthieu Weiss-Blais

Révisure en chef
Lytana Lécuyer

Correctrice
Krystelle Bahl

Graphisme et mise en page
Élisabeth Renaud-Massy

Responsable du lancement
Jérémy Pelletier

Comité de sélection
Marie Josée Cloutier, Marilyn Dupuis,
Annie Gueveneux, Sylvie Laflamme,
Marie Lefranc, Pierre-Olivier Montiglio,
Frédérique Pelletier, Cyrane Pouët, Roxanne
Richard et Maikel Rosabal Rodriguez

Encadrement professoral
Denis Réal et Nicolas Pilon

Impression
Repro-UQAM

ISSN
1913-2697

Les textes publiés dans cette revue peuvent être
reproduits, copiés, distribués ou modifiés pour
autant que la source soit mentionnée. Par contre, les
images ne peuvent être reproduites ou redistribuées.

Copyright Mai 2021

Pour rejoindre l'équipe de la revue, prière d'écrire
au rédacteur en chef de l'année en cours: lepoint-
biologiqueuqam@gmail.com ou karen_lagueux@
hotmail.com

Cette revue est également disponible en version
électronique: <https://lepointbiologique.wordpress.com/volume-15-2021/>

Le but du *Point Biologique* est de rendre plus accessibles des sujets d'actualité en lien avec les connaissances acquises durant les trois années du baccalauréat en biologie en apprentissage par problèmes de l'UQAM.

Dans le cadre du cours Projet multidisciplinaire, les étudiant(e)s des trois spécialisations de la dernière année du baccalauréat se rassemblent en équipe de trois ou quatre pour écrire un article de vulgarisation scientifique. Les articles comprennent des entrevues avec des experts, des informations pertinentes et d'actualités, ainsi qu'une mise en page comprenant des photos ou autres illustrations reliées aux sujets choisis par les étudiants. Ces derniers disposent d'une grande liberté dans les thèmes qu'ils peuvent aborder, ayant pour seule contrainte d'inclure des notions propres à au moins deux des trois spécialisations proposées par le baccalauréat, soit: Biologie Moléculaire et Biotechnologie, Écologie et, enfin, Toxicologie et Santé Environnementale. Afin d'enrichir leurs recherches bibliographiques, les vulgarisateurs scientifiques en herbe ont interrogé des spécialistes de leurs sujets, tels que des professeur(e)s universitaires, des médecins, des nutritionnistes ou encore des agriculteurs.

Chaque année depuis 2009, environ cinq articles de quatre à cinq pages sont choisis par un jury qui regroupe plusieurs individus du milieu de la biologie (incluant des professeurs, des membres de l'association des biologistes du Québec et d'autres professionnels), mais aussi des personnes intéressées qui ne sont pas nécessairement spécialistes dans le domaine. Les articles sont ensuite publiés dans la revue *Le Point Biologique*, qui est disponible pour tou(te)s gratuitement.

The more clearly we can focus our attention on the wonders and realities of the universe about us, the less taste we shall have for destruction.

Rachel Carson (1907-1964)

MOTS DE LA RÉDACTRICE EN CHEF

Chers lecteurs et chères lectrices,

Vous vous apprêtez à entamer la lecture du *Point Biologique*. Il s'agit d'un recueil de textes de vulgarisation scientifique dont la rédaction a nécessité un an de recherche, d'écriture et de réécriture. C'est donc le fruit d'un travail acharné des étudiants et étudiantes de 3^e année du Baccalauréat en Biologie en apprentissage par problèmes, qui regroupe trois spécialisations: l'écologie, la toxicologie, la biotechnologie. Cette revue contient les meilleurs articles sélectionnés par un jury externe et interne à l'UQAM.

Si je peux me permettre de parler au nom de tous les étudiants impliqués, je dirais que dans ces articles, nous avons souhaité vous faire part de notre passion pour divers sujets et phénomènes liés à la biologie, tout en y mettant notre petit grain de folie. Nous espérons que vous y trouverez votre soif de connaissance rassasiée, et que nos textes vous en apprendront davantage sur le magnifique univers qui nous entoure.

C'est donc avec plaisir que je vous souhaite une bonne lecture du volume 15 de la revue *Le Point Biologique* qui, doit-on le rappeler, a dû surmonter les obstacles soulevés par la Covid-19 tout au long de l'année scolaire. Il s'agit d'une époque où la pandémie règne, mais où les cœurs des étudiants sont aussi assoiffés de connaissance que jamais!



Karen Lagueux
Rédatrice en chef



LES MEMBRES DU COMITÉ KAREN

RÉDACTRICE EN CHEF
ET SUPERWOMAN DU DIMANCHE

J'ai opté pour la spécialisation en toxicologie, car je souhaite continuer mes études dans le domaine médical, plus particulièrement en neurosciences ou en psychiatrie. Toutefois, j'adore les expéditions de terrain, et je suis donc déchirée entre deux mondes complètement différents! J'espère donc que les terrains d'hôpitaux puissent un jour combler mon cœur de petite fille de la forêt. Dans tous les cas, je souhaite faire une différence dans le monde. Malheureusement, avec la Covid-19 qui nous accable cette année, je n'ai pu obtenir de projet de maîtrise, faute de financement. Je persévère tout de même et j'entreprendrai un baccalauréat en sciences biomédicales l'année prochaine. J'ai bien hâte de voir à quel point ce programme peut être différent de celui que je termine déjà! Au plaisir!

LYTANA

COORDONNATRICE ET ARC-EN-CIEL
DE LA COMMUNICATION

J'ai choisi comme spécialisation l'écologie, car je suis tombée amoureuse du travail de terrain à la suite du premier cours du bac à la station de St-Michel. Oui, oui! Bien que je sois une fille très coquette, je ne m'amuse jamais autant que lorsque j'ai les mains dans la terre, les pieds dans mes bottines et les poumons remplis d'air forestier! Mon amour de l'écologie s'est aussi accru au fil des sessions, les cours devenant toujours plus intéressants les uns que les autres. J'ai particulièrement accroché sur l'écologie comportementale et évolutive. C'est d'ailleurs pourquoi je souhaite continuer dans ce domaine à la maîtrise l'an prochain. Mais comme je suis une personne très curieuse, plus un sujet est méconnu, plus j'ai envie d'en savoir plus!



GUILLAUME

RÉDACTEUR EN CHEF ADJOINT
ET BATMAN DU POINT BIO

J'ai choisi la spécialisation en biotechnologie et biologie moléculaire à cause de mon intérêt pour les choses complexes qu'on ne voit pas! Chaque morceau d'information est un morceau supplémentaire au casse-tête de la vie qui se passe dans une cellule, et tous les êtres vivants sont faits d'une à des milliers de milliards de cellules! J'adore passer du temps en laboratoire à faire des manipulations et j'adore analyser les résultats pour voir ce que les manipulations veulent dire. Présentement, je me dirige vers la maîtrise à l'UQAM. J'ai déjà hâte d'en savoir plus sur mon sujet de maîtrise et de travailler en laboratoire!



JÉRÉMIE

COORDONNATEUR ET ARCHITECTE NUMÉRIQUE

Grand contemplateur du monde des insectes, j'ai choisi la spécialisation en écologie. J'ai toujours été passionné par le monde du vivant, et plus particulièrement par les petites bestioles à six pattes, ce dont mon parcours peut témoigner. Après avoir fait une AEC en apiculture, j'ai entretenu mes propres ruches durant quelques années avant d'entrer à l'université. Depuis 2019, je m'implique dans différents projets au laboratoire de lutte biologique d'Éric Lucas, notamment la mise à jour d'une clé d'identification des insectes du Québec. Avec seulement une session à compléter pour obtenir mon bac, j'ai bien hâte de voir ce que le futur me réserve, mais une chose est certaine: il va y avoir des bebittes!



LE TOUR DU
DE PLASTIQUE
LE CANNABIS
DU CARBON
LES TATOUA
UNE MODE
LES ELEMEN
LES VOISINS
DE NOS REC

SOM- MAIRE

LE TOUR DU MONDE À DOS DE PLASTIQUE

LE TOUR DU MONDE À DOS DE PLASTIQUE

Les déchets anthropiques marins: perturbateurs écosystémiques et physiologiques

Par Christophe Duong-Lefebvre, Marie-Claude Guénette, Danyk Huard, et Charlie Labelle

Chaque année, entre 5 et 19 millions de tonnes de nouveaux débris de plastique se retrouvent dans les océans. Uniquement dans la grande parcelle de plastique du Pacifique (entre Hawaï et la Californie), on retrouve 1,8 mille milliards de morceaux de plastique, dont les trois quarts sont plus gros que 5 cm. Ces débris sont la cause directe et indirecte de plusieurs problèmes émergents, dont la dispersion facilitée d'espèces invasives ou les multiples impacts du microplastique et sa capacité à concentrer les polluants de l'environnement.

L'ÉPOPÉE DU PLASTIQUE

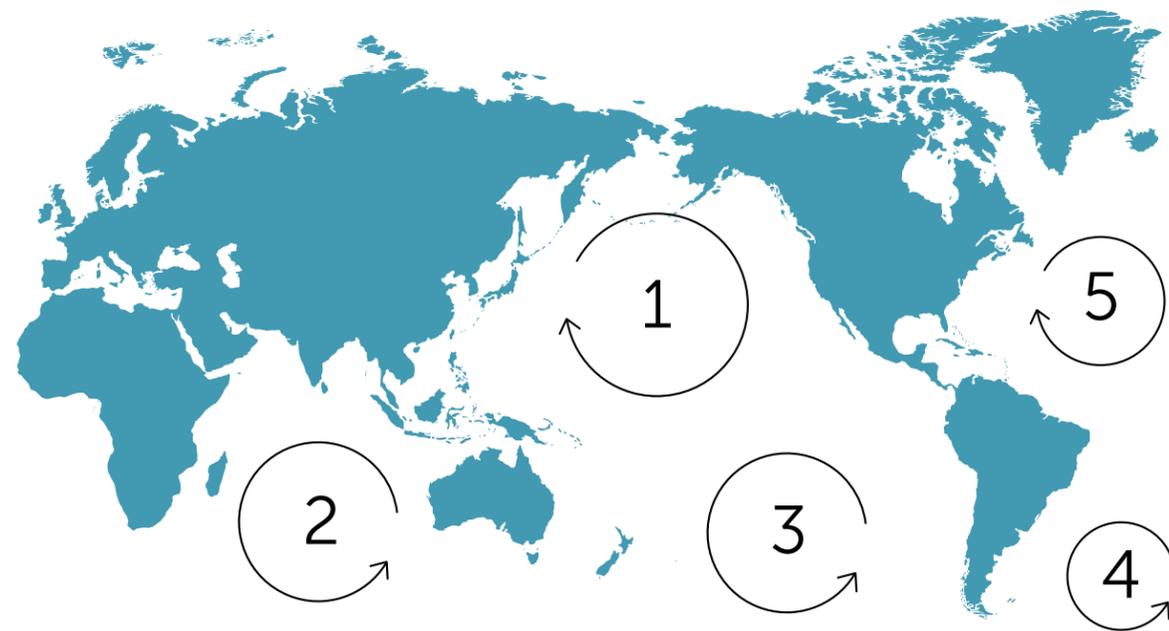
Pour la grande majorité d'entre nous, imaginer tous les aspects de notre vie sans l'utilisation de plastique sous toutes ses formes est simplement impossible. Pourtant, le plastique n'a pas toujours été aussi omniprésent dans nos sociétés. Tout d'abord, le plastique, tel qu'on le connaît aujourd'hui, est un polymère, c'est-à-dire une molécule formée par l'enchaînement de plusieurs petites molécules. Bien qu'il existe des polymères naturels, comme l'amidon ou la cellulose, le plastique est un polymère synthétique, ce qui signifie qu'il a été fabriqué à partir de matériaux artificiels, donc créé par l'humain. C'est en créant des chaînes d'atomes très longues et répétitives que nous parvenons à donner au plastique toutes les qualités qui le rendent avantageux: résistance, légèreté et flexibilité. Même si l'invention du premier polymère synthétique remonte à 1869, ce n'est qu'à partir de la Seconde Guerre mondiale que son expansion fut fulgurante. Pendant cette période, la production de plastique a explosé de 300% aux États-Unis seulement, afin de permettre aux industries de fournir du matériel de guerre à l'armée: parachute, nylon, plexiglas... Cependant, son utilisation a continué bien après la guerre, car les objets fabriqués en plastique étaient souvent plus abordables et durables que ceux faits à partir de matériaux naturels.

Toutefois, ce sont les mêmes qualités qui ont suscité la popularité du plastique qui en font aujourd'hui un obstacle de taille d'un point de vue écologique. Une des problématiques les plus inquiétantes actuellement est la pollution des océans par le plastique, qui a été soulevée dès les années 1960. Les déchets se retrouvant en mer n'ont pas tous la même origine: certains proviennent de sources terrestres (80%) alors que d'autres proviennent de sources marines (20%). Les déchets anthropiques terrestres débutent leur voyage lorsqu'un objet est délaissé dans un lieu public (stationnement, plage ou parc) puis est lessivé par la pluie, la fonte des neiges ou soufflé par le vent dans des courants d'eau qui se trouvent à proximité (70% de la population mondiale habite à moins de 5 km d'un cours d'eau). Les débris peuvent aussi provenir de déversements inappropriés ou illégaux de déchets industriels ou domestiques. En ce qui concerne les déchets de source marine, ceux-ci proviennent en général de bateaux de transport, de plateformes pétrolières ou de quais de pêche, quoique leur origine reste bien souvent incertaine.

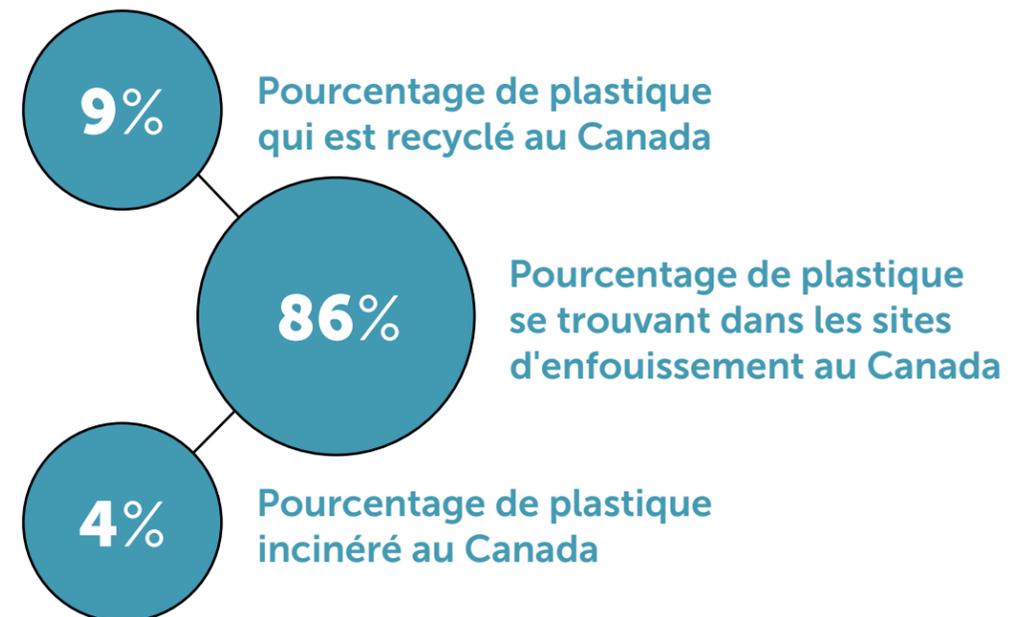
LES CONTINENTS DE PLASTIQUE

Une fois arrivés en mer, les débris de plastique sont entraînés par des courants marins, appelés gyres, qui forment de grands «tourbillons» dans lesquels les débris s'accumulent. Les continents de plastique sont le résultat de cette accumulation, et bien que le plus gros (d'une superficie d'environ 3 fois la France!) et le plus connu soit celui qu'on appelle «la grande parcelle de plastique du Pacifique» (aussi connue sous le nom de Great Pacific Garbage Patch en anglais), il existe présentement 5 continents de plastique. Selon The Ocean Cleanup, une organisation à but non lucratif ayant pour mission de nettoyer les océans du monde entier, 80 000 tonnes de plastique (environ 8 fois le poids de la tour Eiffel!) se trouvent en ce moment dans la grande parcelle de plastique du Pacifique seulement. Toujours selon The Ocean Cleanup, les catégories de déchets les plus courantes dans les continents de plastique sont les polyéthylènes (bouteilles et sacs en plastique), les polypropylènes (emballages alimentaires et pailles) ainsi que du matériel de pêche abandonné.

Dans plusieurs pays en voie de développement, la déficience dans la gestion de déchets est due à un financement inadéquat, un manque de gestion et un manque de techniques des municipalités à gérer la constante croissance de la demande de la disposition des déchets. Des dépotoirs à ciel ouvert sont encore courants à certains endroits, mais ce type de site ne permet pas le triage des déchets et n'est donc pas optimal. La gestion inadéquate des déchets peut causer de sérieuses pertes économiques et engendrer des problèmes environnementaux risquant d'affecter la santé humaine et animale. La meilleure façon de sensibiliser les populations à diminuer leur production de déchets est par l'éducation: en diminuant notre quantité d'ordures par le simple fait du triage (déchets, recyclage, compostage), nous pouvons minimiser notre impact sur l'environnement.



La localisation des différents continents de plastique dans le monde. Les numéros indiquent en ordre croissant l'importance en taille de chaque continent. Les numéros 1 et 3 sont dans l'océan Pacifique (le numéro 1 est le *Great Pacific Garbage Patch*), 4 et 5 dans l'océan Atlantique et le numéro 2 dans l'océan Indien.



MISSION 100 TONNES

La Mission 100 tonnes a pour but de retirer des déchets de plastique des cours d'eau du Québec et du monde entier. Mis sur pied en 2018 par Jimmy Vigneux et la biologiste Lyne Morissette, le projet fonctionne grâce à des actions citoyennes volontaires. Cependant, Dre Morissette prend bien soin de souligner que les activités de nettoyage ne prennent pas la forme de corvées, mais bien d'événements festifs, ce qui les rendent plus accessibles, plaisantes et efficaces. Il semblerait d'ailleurs que miser sur la participation volontaire porterait fruit, car l'objectif initial de 10 tonnes a été complété en seulement 75 jours en 2018. L'objectif de 100 tonnes a quant à lui été atteint en décembre 2020. La prochaine étape est encore plus ambitieuse: retirer 1000 tonnes de déchets des cours d'eau!

LE PLASTIQUE EN TANT QUE VECTEUR D'ESPÈCES NON-INDIGÈNES

LE RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE FAVORISE-T-IL LE DÉPLACEMENT D'ESPÈCES SESSILES?

Les causes de l'accumulation de plastique dans les océans ne sont pas seulement directes, mais également indirectes. Le rôle que nous jouons dans le réchauffement climatique cause une hausse de désastres naturels ainsi que l'augmentation de périodes de sécheresse suivies de fortes précipitations. Selon le délégué scientifique américain aux Nations unies James T. Carlton, ces événements climatiques entraînent davantage de déchets dans les océans lorsqu'ils frappent les côtes des continents. Par exemple, le tsunami de 2011 au Japon est responsable à lui seul du relâchement de près de 5 millions de tonnes de déchets dans nos océans. Cet influx substantiel de nouveaux déchets ajoute un stress supplémentaire aux écosystèmes, qui sont déjà aux prises avec des problèmes tels que l'empêchement d'animaux marins et d'oiseaux, la possible toxicité du plastique et la possibilité d'introductions de nouvelles espèces non indigènes. Les déchets terrestres ayant passé plusieurs semaines, voire des mois et même des années en mer, il est fortement probable que des organismes sédentaires s'y soient attachés et les utilisent comme radeaux. Selon des observations faites en Amérique du Nord et à Hawaï par James T. Carlton, plusieurs centaines d'espèces non indigènes de divers taxons ont été retrouvées sur la côte nord-américaine. La majorité de ces espèces étaient des mollusques, des algues ou des bryozoaires, quoique des poissons aient aussi été identifiés à quelques reprises. Une fois en mer, il est possible que les divers courants marins aient poussé ces radeaux de fortune et les organismes qu'ils transportaient vers des écosystèmes côtiers totalement différents de ceux d'où ils sont partis, offrant donc un nouveau milieu de colonisation à ces organismes. Si l'espèce possède des caractéristiques lui permettant de mieux exploiter le milieu que les espèces natives qui s'y trouvent déjà, cette espèce pourrait devenir envahissante. Cependant, plusieurs déchets marins aboutissent dans des zones difficiles d'accès, et il est donc complexe de tracer un portrait définitif des espèces faisant de l'auto-stop.



QU'EST-CE QUI EST DIFFÉRENT AVEC LES DÉCHETS DE PLASTIQUE?

La nature des déchets joue un rôle majeur sur leur possibilité de fournir aux organismes un habitat propice à un voyage en mer, ainsi que sur la longueur de celui-ci. Les déchets à base de plastique ont une plus longue durée de vie et resteront donc en mer plus longtemps. De plus, comme le plastique est souvent léger, la plupart des déchets flottent longtemps en mer, ce qui fait d'eux des radeaux parfaits. Une autre particularité est que leur faible biodégradation fait en sorte qu'ils ne se décomposent pas rapidement et conservent donc longtemps la même taille, offrant un habitat stable pour les organismes qui y sont attachés. Des objets de plus grande superficie ont la capacité de porter plus d'individus, donc une biodiversité plus importante. Selon la biologiste marine Lyne Morissette, spécialiste des mammifères marins et du fonctionnement des écosystèmes, les déchets de plastique peuvent aussi avoir des impacts physiques sur les écosystèmes receveurs tels que la perturbation d'organismes sessiles et de certains types de végétation sur les rives, l'altération des sites de nidification de certains oiseaux, l'ombrage de plantes aquatiques et d'algues et même la noyade d'animaux marins.

QU'EST-CE QU'UNE ESPÈCE INVASIVE?

Une fois sur des débris, comment les organismes font-ils pour survivre à cet interminable voyage? Évidemment, ce ne sont pas toutes les espèces qui peuvent effectuer cette traversée, seules certaines d'entre elles possédant des caractéristiques précises peuvent y arriver. Les espèces ayant le plus de potentiel d'être invasives ont généralement une reproduction rapide, ont besoin de peu de ressources alimentaires, ont une capacité de dispersion élevée et une forte capacité d'adaptation. Dans nombre de cas, plusieurs espèces de mollusques accrochées à des débris sont prêtes à se reproduire dès leur arrivée dans de nouveaux milieux, ce qui augmente le risque d'invasion.

POURQUOI LE PLASTIQUE EST-IL UN BON RADEAU?

Une bouteille d'eau prend près de 450 ans avant d'être dégradée. Une mousse de polystyrène extrudée peut prendre jusqu'à 5000 ans avant d'être complètement dégradée, tandis que du bois non traité a une durée de vie de moins de 10 ans. En comparant les différentes durées de vie, on peut comprendre que des débris d'origine anthropique auront plus de chances d'être des vecteurs pour certaines espèces, et ce, sur une plus longue période. Même si le phénomène de dispersion avait déjà lieu avant l'apparition du plastique en mer, nous avons facilité ce déplacement en augmentant les possibilités de dispersion par l'augmentation du nombre de débris.





LE PLASTIQUE, ÉCONOMIQUE À QUEL POINT?

Selon l'Office of Technology Assessment, le coût des dommages dus aux espèces non indigènes s'élèverait à près de 128 milliards de dollars US annuellement aux États-Unis, la majorité de ces coûts provenant de la perte de poissons d'élevage commerciaux ainsi que de la pêche récréative. Cependant, cette estimation est faite à la baisse, car l'étude ne tient pas compte des dommages excessifs que ces espèces peuvent engendrer. De plus, il a déjà été démontré que les espèces invasives ont la capacité d'altérer les fonctions primaires des écosystèmes, affectant ainsi négativement les espèces indigènes, tout en réduisant la résilience de ces écosystèmes. La résilience d'un écosystème est la capacité d'un système à retrouver son état «normal» après une perturbation, et est fortement influencée par la biodiversité et la complexité de celui-ci. Pour illustrer ce phénomène, Dre Morissette explique qu'un écosystème est semblable à une charpente composée de plusieurs poutres. Ces poutres peuvent représenter des espèces ou des fonctions de l'écosystème, comme la purification de l'eau ou la diminution de l'érosion. Le plastique agit comme perturbateur du milieu et vient abîmer, voire briser certaines poutres (en poussant une espèce à l'extinction, par exemple), ce qui vient fragiliser l'ensemble de la structure. Ainsi, un écosystème possédant une forte résilience risque de mieux résister à une espèce invasive, ainsi qu'à toute autre perturbation, telle que le changement climatique.

UNE INVASION PAS SI PASSIVE...

Les espèces invasives sont la deuxième plus grande menace pour la biodiversité locale, après la perte d'habitat. Une étude récente de Belinda Gallardo, spécialiste en écologie d'invasion et en restauration écologique, et de ses collègues suggère que les envahisseurs aquatiques entraîneraient une diminution généralisée dans l'abondance et la diversité des communautés aquatiques indigènes et pourraient éventuellement engendrer des extinctions locales. Les populations les plus affectées sont les poissons, le zooplancton et les macrophytes (plantes aquatiques). De plus, les résultats obtenus indiquent une augmentation d'azote et de matière organique dans les environnements envahis par ces nouveaux organismes, ce qui influence aussi les conditions hydrologiques du milieu, telle la sédimentation. Ces perturbations pourraient fortement affecter le fonctionnement de l'écosystème et éventuellement causer une eutrophisation (accumulation de certains nutriments, comme le phosphore ou l'azote, provoquant une croissance d'algues, ce qui dégrade le milieu). Cependant, ces changements pourraient prendre du temps à être observés, car les espèces invasives prennent en moyenne 50 ans avant d'être complètement établies dans un nouvel écosystème.

LE MICROPLASTIQUE: UN AGENT QUI TRAVAILLE DANS L'OMBRE

Au fil du temps, tous ces polymères synthétiques composés de longues chaînes de molécules se désintègrent en de plus petites particules dans l'environnement. Les plus petites chaînes sont brisées par les rayons ultraviolets, la salinité de l'eau et les turbulences physiques, telles que le vent, les collisions, les vagues et le courant, qui «brisent» le microplastique. Il existe deux sources principales de microplastique (invisible à l'œil nu): la dégradation du macroplastique (visible à l'œil nu) en plusieurs fragments et l'utilisation de produits domestiques contenant des microbilles de plastique. Comme le mentionne Dre Morissette, ces dernières sont de plus en plus considérées comme un fléau environnemental, car leur petite taille les rend à la fois plus facilement absorbables par les organismes vivants et impossibles à retirer des cours d'eau. De plus, puisque les microbilles de plastique ne sont pas filtrées et retirées de la circulation par les systèmes de traitement des eaux, elles se concentrent dans les affluents. Malgré l'interdiction en 2018 de l'utilisation de microparticules dans les cosmétiques canadiens, une grande quantité s'est déjà accumulée dans les cours d'eau.



OÙ EN EST LA RECHERCHE SUR LE MICROPLASTIQUE?

Le nombre d'études sur le microplastique demeure très faible, mais une tendance générale vers de plus amples recherches semble prendre forme, autant d'un point de vue général que sur les milieux aquatiques. Cependant, selon le professeur Maikel Rosabal Rodriguez de l'Université du Québec à Montréal (UQAM), spécialisé en toxicologie environnementale, les études faites en laboratoire sont souvent non représentatives de la situation réelle des milieux aquatiques, étant donné qu'il est difficile d'isoler, d'identifier et de quantifier le microplastique.

DES ÉTUDES PEU RÉALISTES...

Plusieurs problématiques sont soulevées lorsque vient le temps d'analyser les études sur les microplastiques. Selon le Dr Rosabal Rodriguez, les recherches sont souvent réalisées à l'aide d'échantillons provenant de la colonne d'eau alors que le microplastique s'accumule aussi dans les sédiments. De plus, l'eau salée est plus souvent étudiée comparativement à l'eau douce. Faute d'outils, de méthodes de prélèvement et/ou de mesure, les concentrations de plastique utilisées pour la recherche sont souvent fictives puisqu'il est difficile d'évaluer la véritable concentration de microplastique dans l'eau. En outre, on retrouve plusieurs types de microparticules qui peuvent être reconnus, à tort, comme du plastique: métaux, cendres, voire même des particules de pneus. Aussi, les études mesurent plus souvent les effets à court terme du microplastique, alors qu'elles devraient plutôt mesurer le long terme, considérant la longévité du plastique dans l'eau.

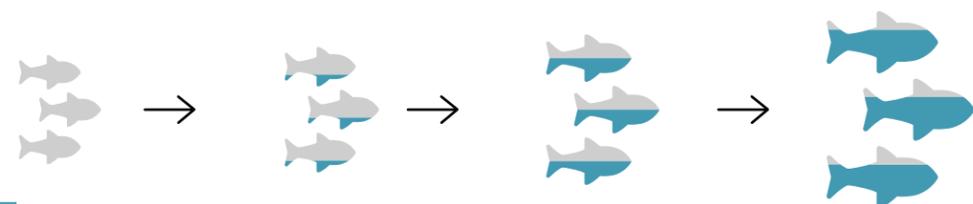
QUE FAIT-IL SUR L'ORGANISME?

Bien que les résultats des études soient discutables, il est toutefois possible d'en tirer des conclusions générales. En ce qui concerne les effets physiques des microplastiques sur les organismes marins, nous savons qu'ils entrent généralement dans leur système par ingestion et en sortent par le tractus gastro-intestinal, sans nécessairement causer de dommages cellulaires. Parfois, ce phénomène induit un stress, ce qui a évidemment un coût énergétique chez les organismes au bas de la chaîne trophique. Idéalement, le microplastique est rejeté avant sa digestion: les conséquences sont ainsi moins néfastes. Il n'a pas encore été prouvé que le microplastique, à lui seul, peut induire des changements d'habitudes ou de développement. Toutefois, on remarque un stress oxydatif et des réponses inflammatoires localisées. Le principal problème lié à la présence des microplastiques dans l'environnement n'est pas leur ingestion ni le plastique lui-même, mais plutôt leur capacité à bioconcentrer les contaminants de l'environnement. L'ingestion de particules contaminées fait en sorte

que les additifs biologiquement actifs retrouvés sur le plastique inerte, qui affectent potentiellement le développement et la reproduction, sont rejetés dans la circulation sanguine de l'hôte. Par ailleurs, plus les particules de microplastiques sont grandes, plus elles passent de temps dans le système digestif, ce qui accroît l'exposition aux toxines et leur absorption par les organismes. C'est de cette façon que les microparticules entrent dans la chaîne alimentaire, ayant comme résultat la bioaccumulation et la bioamplification.

Ce problème est encore plus alarmant dans le cas du nanoplastique. Jusqu'à présent, les recherches dans ce domaine se sont surtout concentrées sur le problème général des nanoparticules, plutôt que sur les nanoplastiques spécifiquement. Néanmoins, les nanoparticules sont présumément largement répandues et elles ont le potentiel d'avoir des effets sur le système nerveux. Elles sont probablement internalisées par les cellules, étant donnée leur capacité à passer les membranes, causant ainsi des dommages directs à la santé humaine.

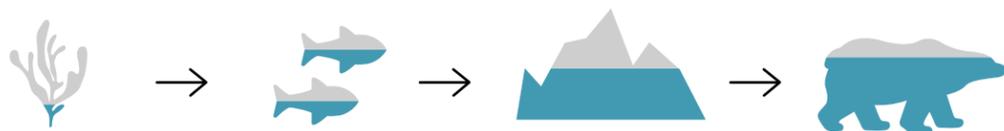
Bioaccumulation



Niveau de contamination

Accumulation d'un contaminant dans les tissus d'un même individu tout au long de sa vie. Elle peut être causée par l'absorption du contaminant directement au sein du milieu de vie ou par la consommation de proies contaminées.

Biomagnification ou bioamplification



Niveau de contamination

Absorption et accumulation d'un contaminant dans les tissus des organismes vivants causées par l'ingestion d'espèces de niveau trophique inférieur. Autrement dit, c'est l'accumulation de contaminants au fil de la chaîne alimentaire.

EFFETS DES MICROPLASTIQUES ET DE LEUR ACCUMULATION DANS L'ENVIRONNEMENT

Par ailleurs, une étude réalisée par le chercheur Anthony Ricciardi (spécialiste en écologie des espèces invasives) et ses collègues de l'Université McGill et du GRIL (groupe de recherche interuniversitaire en limnologie) a démontré la présence de microbilles de plastique dans les sédiments marins du Saint-Laurent. La présence de ces particules à cet endroit démontre qu'elles ne sont pas uniquement retrouvées dans la colonne d'eau, mais qu'elles peuvent aussi s'accumuler dans les fonds marins. La présence de ces nombreux fragments peut changer les propriétés physico-chimiques de l'environnement et ainsi créer d'autres problèmes écosystémiques. Par exemple, on a noté une diminution de la diffusion thermique des sédiments terrestres, ce qui affecte la détermination thermodépendante du sexe chez les embryons de certaines espèces déposant leurs œufs dans le sol, comme les tortues, les alligators et les crocodiles.

QU'EN EST-IL DU SAINT-LAURENT?

Le fleuve Saint-Laurent est d'une importance cruciale pour beaucoup de Québécois: selon le gouvernement du Québec, environ 80% de la population réside sur les rives du fleuve, et la moitié de cette dernière l'utilise comme source d'eau potable. Il est donc raisonnable de se questionner sur la présence de plastique dans celui-ci. En fait, très peu d'études se sont intéressées à ce problème, mais celle d'Anthony Ricciardi et de ses collègues mentionnés précédemment a quantifié le microplastique présent dans les eaux du Saint-Laurent entre Montréal et Québec. La conclusion n'est pas très réjouissante: une moyenne de 832 particules de plastique par kg de sédiments a été estimée, ce qui place le Saint-Laurent parmi les 25% des pires cours d'eau douce au monde, au même rang que ceux situés près de grands centres urbains chinois. C'est à l'est de l'île de Montréal que les concentrations en plastique sont les plus importantes, toujours selon cette étude.

« En combinant efforts et ingéniosité, peut-être réussirons-nous à diminuer, voire à mettre fin aux répercussions néfastes des déchets de plastique dans un futur plus ou moins rapproché. »



COMME DANS LE «BON VIEUX TEMPS»

Si la recherche actuelle sur les effets de l'accumulation du plastique dans l'environnement aquatique souffre de nombreux angles morts, cela est surtout dû au fait que cette problématique est relativement récente. Il existe habituellement un délai plus ou moins long entre le moment où un produit sort sur le marché et l'étude de ses effets. Par exemple, un bon nombre d'années se sont écoulées avant qu'un lien de causalité n'ait été prouvé entre la cigarette et les problèmes de santé qu'elle engendre.

LA LUMIÈRE AU BOUT DU TUNNEL?

Sur une note plus positive, certains endroits du globe, tels que l'Europe, la Nouvelle-Zélande et les États-Unis, débloquent de plus en plus de fonds pour le développement de protocoles de recherche et de méthodes de prélèvement efficaces dans le but d'étudier le microplastique aquatique. Pour ce qui est du Canada, toujours selon M. Rosabal Rodriguez, le gouvernement fédéral a créé une plateforme de subvention pour la recherche sur les effets des microplastiques d'une valeur d'environ 1 000 000\$ CA, offert par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG).

Même si les perspectives face à la pollution des océans par le plastique semblent inquiétantes, surtout considérant les nouvelles problématiques soulevées dans cet article, tout n'est pas encore perdu. En combinant efforts et ingéniosité, peut-être réussirons-nous à diminuer, voire à mettre fin aux répercussions néfastes des déchets de plastique dans un futur plus ou moins rapproché. Heureusement, plusieurs technologies émergentes commencent déjà à prendre leur élan dans la course au remplacement du plastique.



ALTERNATIVES AU PLASTIQUE

Les bioplastiques ont une composition similaire au plastique traditionnel, mais contrairement à celui-ci, ils sont composés d'éléments naturels (et non à base de pétrole), ce qui diminue leur durée de vie. Toutefois, même si certains bioplastiques sont considérés biodégradables et compostables, ils ne peuvent l'être qu'à condition d'être acheminés dans des centres de recyclage appropriés. Ils ne se décomposent donc pas rapidement de façon naturelle, ne réglant pas le problème posé par les continents de plastique. Néanmoins, même si ces alternatives ne sont pas parfaites, certaines d'entre elles semblent prometteuses: le chanvre et la lignine sont deux produits fortement exploités, mais dont les dérivés sont en majorité jetés ou brûlés. Ceux-ci pourraient donc servir d'alternative au plastique. Par exemple, le chanvre est utilisé pour des produits contenant du CBD, mais les feuilles et tiges non utilisées peuvent être transformées en divers types de plastiques. Selon le fondateur de *The Hemp Plastic Company*, une compagnie offrant des bioplastiques à base de chanvre, le simple fait de remplacer une partie de la composition des plastiques traditionnels avec du chanvre pourrait fortement faciliter la dégradation du produit final. Moins présentes sur le marché, d'autres alternatives plus surprenantes sont aussi disponibles, comme des emballages alimentaires à base de champignons ou d'algues. Plus étonnant encore: le bambou peut aussi servir à confectionner du textile, et donc, à la fabrication de vêtements!

LE CANNABIS POUR SÉQUESTER DU CARBONE ET CONSTRUIRE DES MAISONS: ON GAGNE AU CHANVRE!

Lutter contre le réchauffement climatique en construisant des maisons en dioxyde de carbone? C'est dorénavant possible avec les matériaux de construction à base de chanvre!

Par Nicolas Boucher, Jean-Benoît Fortier,
Charles Préfontaine et Matthieu Weiss-Blais

En 2018, le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) prévenait le monde que d'ici 2040, nous devons avoir un bilan nul des émissions atmosphériques de dioxyde de carbone (CO₂) pour maintenir le réchauffement global de la planète sous le seuil de 1,5 degré Celsius. Nous éviterions ainsi les principales perturbations climatiques. Pour y parvenir, il nous faut non seulement diminuer nos émissions de CO₂, mais aussi augmenter la capture du carbone atmosphérique. Selon Vincent Poirier, professeur en sciences du sol et en stockage du carbone à l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT), «l'agriculture ainsi que la gestion des terres ont beaucoup de potentiel [pour séquestrer le carbone] dans la mesure où on développe des systèmes agroforestiers, de l'agriculture régénératrice et où on limite la perturbation des sols». En effet, les végétaux sont des agents séquestrant le carbone, c'est-à-dire, selon M. Poirier, qu'ils «opèrent un flux négatif net de CO₂. Le carbone peut d'une part être stocké dans la biomasse racinaire et ainsi demeurer dans le sol.» M. Poirier ajoute que «le premier mètre de sol contient davantage de carbone que tous les végétaux de la planète». D'autre part, le carbone peut être stocké dans la biomasse aérienne de la plante, soit la tige. C'est ainsi que les plants de chanvre (*Cannabis sativa*), qui ont une croissance rapide, peuvent être des végétaux de choix pour capter le carbone atmosphérique. Ce carbone peut ensuite être stocké de façon stable dans des matériaux de construction à base de chanvre. De surcroit, ces derniers remplacent des matériaux conventionnels très polluants.

Le premier mètre de sol contient davantage de carbone que tous les végétaux de la planète.

Vincent Poirier, professeur en sciences du sol et en stockage du carbone à l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT)



Rappelons que c'est la transformation du carbone en glucose à l'aide de l'énergie solaire qui permet aux végétaux de séquestrer le carbone à long terme. Cette réaction est catalysée par l'enzyme Rubisco. C'est l'enzyme la plus abondante sur terre! Ce glucose forme des sucres plus complexes, comme la cellulose et l'hémicellulose, qui sont les plus abondants à travers les plants de chanvre. Le glucose forme aussi la lignine, que l'on retrouve principalement dans le cœur ligneux de la plante, appelé chènevotte, et les pectines, que l'on retrouve surtout dans les fibres de la tige qui conduisent la sève.

DU CHANVRE ET DES HOMMES

SES USAGES ET SON APOGÉE

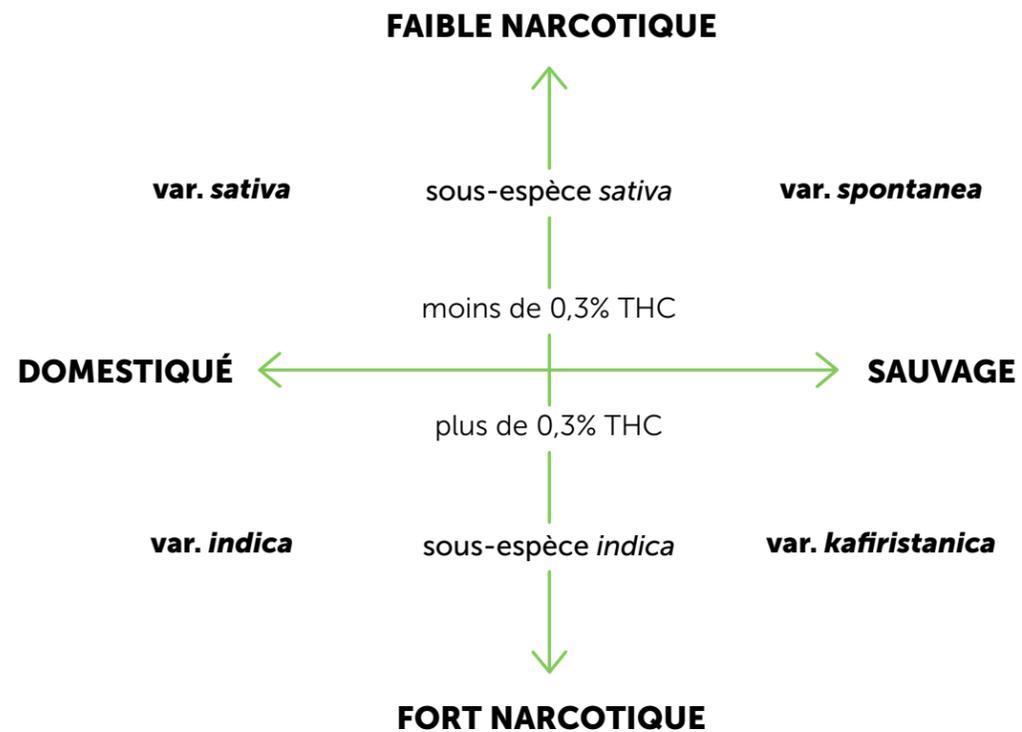
C'est il y a 8500 ans, alors qu'il développait ses premiers systèmes d'écriture, qu'*Homo sapiens* a commencé à cultiver le *Cannabis sativa*. Il a été introduit en Europe entre 3000 et 4000 ans avant aujourd'hui, puis introduit en Amérique du Sud en 1545. Le chanvre était principalement cultivé pour les graines, produisant de l'huile, et ses fibres, dont les produits textiles rivalisaient avec le lin. Les fibres offraient aussi des produits solides et résistants à la pourriture. Elles étaient employées pour les voiles, le papier et représentaient le matériau le plus utilisé pour les cordages des bateaux jusqu'au 19^e siècle.

LA CHUTE DU ROI

Cependant, la popularisation du coton dans la fabrication du textile et de la pulpe de bois pour le papier, ainsi que l'avènement des fibres synthétiques et des bateaux à moteur, ont rendu les produits de chanvre obsolètes. L'usage des propriétés narcotiques du chanvre au 20^e siècle en Occident a aussi mené à la prohibition de sa culture. Ainsi, au Canada, l'utilisation du *Cannabis sativa* à des fins non médicales a été interdite en 1938.

LA RENAISSANCE

Depuis les années 90, l'intérêt pour la culture du chanvre a considérablement recrû dans les pays d'Europe et du Commonwealth. C'est à partir de 1998 que la culture du cannabis a été légalisée pour des utilisations industrielles au Canada.



L'HEURE JUSTE SUR LA PHYLOGÉNIE

La sélection artificielle du Chanvre pour ses fibres et ses effets narcotiques a mené au développement d'une multitude de variétés, ce qui a créé une certaine confusion quant à l'existence de différentes espèces. Ernest Small, un chercheur en botanique pour le gouvernement du Canada, considère qu'il n'y a qu'une seule espèce dans le genre *Cannabis*, soit *Cannabis sativa*. Les sous-espèces de celle-ci seraient catégorisées à la fois selon son état de domestication et l'intensité de ses effets narcotiques. Le MAPAQ (ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec), qualifie de chanvre industriel une sous-espèce domestiquée ayant moins de 0,3% de THC (l'agent actif principal provoquant les effets psychoactifs). À titre d'exemple, le cannabis récréatif offert à la SQDC (Société québécoise du cannabis) comprend généralement entre 5 et 25% de THC.



Trichomes

UNE CULTURE AUTONOME ET EFFICACE

Selon Ernest Small, l'utilisation du chanvre à travers les siècles s'explique, entre autres, par sa facilité de culture. En effet, cette plante possède une plasticité phénotypique surprenante et s'adapte à une multitude d'environnements. Par exemple, elle adapte la profondeur et l'étendue de ses racines en fonction de la disponibilité en eau. Un travail récent de Herppich Werner, chercheur en génie agricole à l'institut Leibniz de Berlin, souligne que la plante peut prospérer dans des conditions de culture arides et dans des sols pauvres. Elle ajuste très rapidement l'ouverture de ses stomates, les pores permettant l'échange de gaz, afin de contrôler les flux de CO₂ en fonction des conditions climatiques. Cet ajustement augmente l'efficacité de son utilisation d'eau. De plus, comme l'explique Ernest Small, le chanvre possède des défenses naturelles contre la plupart des phytophages, soit les organismes se nourrissant de plantes. Contrairement à la croyance populaire, le THC, une des molécules psychoactives du chanvre, ne constitue pas une défense de la plante contre ses principaux assaillants, les insectes herbivores. Ces derniers ne sont pas sensibles à l'action de cette molécule. Ses principales défenses contre les pestes sont plutôt la résine et les trichomes. Ces derniers sont des excroissances cellulaires servant de défense mécanique contre les herbivores.

Le chanvre a aussi une impressionnante capacité de séquestration de CO₂. Dans des travaux publiés récemment, des chercheurs en biomatériaux de l'université de Toronto, Muhammad Pervaiz et Mohini Sain, évaluent comment la séquestration par le chanvre rivalise avec celle des forêts. Tel que l'illustre le tableau ci-dessous, un hectare de chanvre peut stocker environ cinq fois plus de tonnes de CO₂ qu'un hectare de forêt conventionnelle âgée de 25 ans. Environ la moitié du CO₂ transformé en biomasse peut être utilisé pour des matériaux de construction et être ainsi réellement séquestré à long terme. La biomasse non séquestrée du chanvre est décomposée à court ou moyen terme, soit par la dégradation des racines ou via la fabrication de produits à courte durée de vie comme de la litière pour l'élevage d'animaux. Dans une publication récente de Mark Harmon, professeur émérite en foresterie à l'Université de l'état d'Oregon, on compare les deux méthodes de séquestration sur une plus longue période. En vieillissant, la capacité de captation de nouveau carbone par les forêts diminue jusqu'à atteindre un taux de captation net presque nul. La forêt, en tant que réservoir de carbone, est alors à l'équilibre. En revanche, la culture du chanvre a l'avantage de voir son potentiel de séquestration renouvelé chaque année, puisqu'il s'agit d'une plante récoltée annuellement. Les parties du chanvre non utilisées en construction peuvent être valorisées en produits plus durables qui pourraient remplacer des produits conventionnels produisant des gaz à effet de serre (GES).

COMPARAISON DES BILANS DU STOCKAGE DE CO₂ ENTRE UNE FORÊT RÉSINEUSE ET UNE CULTURE DE CHANVRE MOYENNE

PARAMÈTRES	FORÊT	CULTURE DE CHANVRE
STOCKAGE BRUT (TONNE CO ₂ /HA*AN)	3,6	18
STOCKAGE NET (TONNE CO ₂ /HA*AN)	—	10
FRÉQUENCE DE RÉCOLTE	Environ au 50 ans	Annuelle
TAUX DE STOCKAGE ANNUEL	Diminue avec l'âge	Constante

DU CHAMP À L'USINE

Afin que le carbone capté par le chanvre soit séquestré à long terme, les plants doivent subir plusieurs étapes de transformation pour être utilisés comme matériaux de construction. Le chanvre est d'abord récolté à l'aide de machines agricoles traditionnelles modifiées. Une fois dans l'usine, la tige est séparée des ramilles et des feuilles. La tige est ensuite décortiquée à l'aide de rouleaux qui fractionnent la chènevotte ligneuse au cœur de la tige. Le reste de la chènevotte est ensuite séparée des fibres longues et courtes par teillage, un processus impliquant du battage et du broyage. Dorénavant séparées, les fibres peuvent être utilisées pour former des panneaux isolants, alors que la chènevotte peut être employée pour former du béton de chanvre.

Encore embryonnaire au Québec, l'industrie de la culture du chanvre souffre d'un manque d'expertise et de machinerie adaptée, ce qui ralentit son expansion, explique Jean Allison, représentant des ventes et du développement de la compagnie *Nature Fibres*. Cette dernière se spécialise, entre autres, dans la conception d'isolants thermiques et acoustiques à partir de fibre de chanvre. *Nature Fibres* est la seule compagnie en Amérique du Nord effectuant la transformation du chanvre en matériaux d'isolation. Selon Jean Allison, le manque d'expertise dans la récolte et le décortiquage des fibres explique que cette technologie soit peu répandue en Amérique du Nord. En effet, la demande en fibres est en augmentation, mais le manque d'experts ralentit la démocratisation de ce moyen d'isolation. En ce moment, 80% des fibres ayant subi le processus de décortiquage proviennent d'Europe.



La culture n'étant légale que depuis les années 90 en Amérique du Nord, la manufacture du chanvre reste encore relativement nouvelle et donc peu développée. M. Allison, optimiste, affirme que les nets avantages énergétiques et économiques de ce type d'isolation vont attirer l'expertise vers ce domaine, et ainsi faire grossir l'industrie des matériaux à base de chanvre.



CHÈNEVOTTE

FIBRES

CHANVRE SWEET HOME

L'ingénieur Flavio Scrucca, chercheur à l'agence nationale d'Italie pour les nouvelles technologies, l'énergie et le développement économique durable, évalue, avec des collègues, dans une revue parue récemment, l'empreinte écologique des matériaux de construction à base de chanvre. Ceux-ci soulignent d'abord que le secteur de la construction est responsable de la consommation de près de la moitié des matières premières et des combustibles fossiles dans le monde. Ils soulignent aussi que dans le contexte des changements climatiques, il est impératif d'opter pour de nouveaux matériaux de construction composés de matières premières renouvelables et émettant moins de GES lors de leur production. Les matériaux à base de chanvre sont tout désignés pour remplacer les matériaux actuels. Ainsi, en plus de séquestrer le carbone lors de sa croissance, le chanvre permettrait d'éviter l'émission de GES qui accompagne la production des matériaux de construction conventionnels.

Scrucca et ses collègues indiquent qu'en mélangeant la chènevotte ligneuse avec de l'eau et de la chaux, nous pouvons former un béton de chanvre (*hempcrete*) qui, couplé à une charpente en bois, peut former les murs d'une maison. Bien qu'à lui seul, le *hempcrete* ne possède pas les capacités structurales du béton conventionnel, il offre de bonnes performances d'isolation acoustique et thermique, une bonne régulation de l'humidité ainsi qu'une stabilité sismique et une résistance aux rongeurs. Le professeur Vincent Poirier souligne l'intérêt de «stocker à long terme et de façon stable le carbone dans les maisons». Effectivement, de tels murs peuvent durer jusqu'à 100 ans, indique le regroupement français Interchanvre. Les chercheurs de l'école d'architecture de Wellington Hana Bedliva et Nigel Isaac ont récemment effectué une étude comparative sur les matériaux de construction. Ils estiment que l'utilisation de *hempcrete* plutôt que de béton conventionnel permet une réduction nette de 140 kg de CO₂/m² de mur. En appliquant ce ratio à une maison standard de 140 m² de mur, nous émettons 20 tonnes de CO₂ de moins par rapport au béton standard.



DES BRIQUES EN CHAMPIGNON: UNE PERSPECTIVE SCHTROUMPFANTE!

Le mycélium d'un champignon est un réseau dense et complexe de structures filamenteuses appelées hyphes. Ce réseau remplit une fonction analogue aux racines des arbres. Il est possible de façonner le mycélium et de lui donner la forme que l'on désire, par exemple celle d'une brique. Ainsi, après avoir placé des déchets organiques dans un moule de la forme désirée, on y injecte le mycélium, qui dégradera la matière organique et poussera en cinq jours vers la forme désirée. Pour arrêter la croissance, on place la structure de mycélium dans un four. Il est aussi possible de faire fusionner les briques avant de les faire cuire afin d'obtenir un mur complet.

D'autres recherches suggèrent d'utiliser le mycélium des champignons pour régénérer les structures de béton in situ. Pour ce faire, les spores de champignon ainsi que leurs nutriments doivent être inclus dans le mélange du béton. Lorsque les fissures se forment et que l'eau s'infiltré, les spores sortent de leur dormance, grandissent et consomment les nutriments présents en favorisant la précipitation de Carbonate de calcium (CaCO_3), ce qui répare la fissure. Lorsque le trou est bouché, les champignons produisent de nouvelles spores et retournent en dormance jusqu'à la prochaine fissure.

PHYTOREMÉDIATION

Le chanvre peut aussi être utilisé afin de faire de la phytoremédiation dans des sites pollués. Ce principe consiste simplement à planter le chanvre pour absorber des contaminants comme les métaux toxiques dans le sol d'un milieu contaminé par des éléments traces métalliques, tels que le plomb et l'arsenic. Par exemple, en 1998, *The institute of bast crops* en Ukraine a utilisé le chanvre comme phytoremédiateur dans le site contaminé de Chernobyl, puisque le chanvre est efficace dans l'absorption d'éléments radioactifs.



CULTIVER NOS SOLUTIONS

La phytoséquestration du carbone atmosphérique par le chanvre entreposé en tant que matériaux de construction est un pas dans la bonne direction pour combattre la crise des changements climatiques. Cependant, elle vient avec son propre lot de défis. Selon le professeur Poirier, étant donné que le chanvre est une plante annuelle, il est nécessaire de la récolter et de la ressemer chaque année. Il est donc important de développer une source de revenus pour financer tout le travail investi dans la culture. Aussi, la plantation de chanvre crée de la compétition pour les terres fertiles qui peuvent être utilisées par l'industrie agroalimentaire. Vincent Poirier propose plutôt de «cultiver le chanvre en complémentarité [avec d'autres cultures] et de viser des terrains dégradés ou marginaux». Une autre avenue serait de «viser la production à grande échelle de graines de chanvre pour l'alimentation et de valoriser la fibre dans une autre filière, tout en travaillant le sol pour conserver le carbone qui s'y trouve». Il semble donc que le chanvre ait la voie libre pour s'implanter au Québec. Il nous faut maintenant, en tant que société, passer de la théorie à la pratique et exploiter l'immense potentiel de cette culture alternative et écologiquement prometteuse.

LES TATOUAGES, UNE MODE TOXIQUE?

LES TATOUAGES, UNE MODE TOXIQUE?

Par Laurie Auclair, Sara-Maude Bélanger,
Laurence Bourgeois-Racette et Audrey Dufour

Nous connaissons tous une personne qui collectionne les mots, les formes ou les images sur son corps. Vous êtes peut-être vous-même adepte d'art sur peau! Pourtant, de nombreux facteurs de risque peuvent être associés aux tatouages. Effectivement, les ingrédients employés dans la fabrication des encres, dont la toxicité peut être débattue, semblent rarement divulgués aux utilisateurs. Ne devrait-on pas savoir de quels composés il s'agit, sachant que nous les introduisons dans notre corps de façon permanente? Comme les encres colorées contiennent souvent des ingrédients n'ayant pas été fabriqués pour un usage intradermique, les processus de métabolisation pourraient en inquiéter plusieurs. L'effet de l'usure de l'aiguille due à sa pénétration répétée dans le derme est aussi à considérer, en plus des soins et pratiques post-tatouages du client. De plus, il faut rappeler que la salubrité de l'environnement et la stérilisation des outils et de l'encre ne sont pas toujours optimales—même si ce qui est inscrit sur l'étiquette suggère autrement—et que les conséquences des infections résultantes peuvent s'avérer inesthétiques et dangereuses. Enfin, même s'il est vrai que plus d'études devront être effectuées sur le sujet avant de pouvoir en arriver à une conclusion sûre, des recherches ont suggéré que les tatouages pourraient augmenter les risques de prolifération cellulaire anormale et de formation de tumeurs. Qui aurait cru qu'un tatouage de votre chien ou du nom de votre amoureux comporterait autant d'éléments!

Vingt-six tatoueurs de la région de Montréal et des alentours ont répondu à notre sondage. Nous avons pu constater que près du tiers de ces répondants ont admis ne pas connaître la composition des encres qu'ils utilisent.

UNE IMAGE VAUT MILLE MOTS

Le tatouage est une pratique dont l'origine remonte au IV^e siècle avant notre ère. Les tatouages sont, pour certains, une forme d'art qui donne place à l'expression créative, alors que, pour d'autres, ils représentent une manière unique de mettre en valeur leur personnalité, leurs idéologies ou leurs expériences vécues. Dans tous les cas, les tatouages sont reconnus comme une pratique esthétique riche de sens qui a traversé de nombreuses cultures et époques. L'engouement pour les tatouages a cependant augmenté dans les dernières années, alors qu'ils prennent la forme d'une marque de commerce pour les milléniaux en Amérique du Nord, en Europe et en Australie. Toutefois, il semble que les adeptes de tatouages, voire les tatoueurs eux-mêmes, sont peu informés des effets de ces tatouages sur leur corps. Les risques et bonnes pratiques associés aux tatouages devraient être mieux connus du grand public, afin d'éviter des situations regrettables. Après tout, une personne informée en vaut deux!

Justement, nous avons décidé d'élucider ce mystère pour vous! Nous avons effectué une revue approfondie des informations déjà disponibles et interrogé plusieurs professionnels concernés, des médecins aux artistes. De quoi sont réellement composées les encres à tatouage? Comment ces composés affectent-ils la guérison de la peau? Est-ce que les tatouages sont dangereux pour nous?

CRI DU CŒUR

Afin de dresser un portrait des connaissances des professionnels du tatouage qui nous entourent, nous avons élaboré un sondage de 23 questions. Vingt-six tatoueurs de la région de Montréal et des alentours ont répondu à notre sondage. Nous avons pu constater que près du tiers de ces répondants ont admis ne pas connaître la composition des encres qu'ils utilisent. Par ailleurs, 21% des personnes sondées ont avoué considérer les nouvelles avancées en lien avec les tatouages difficiles d'accès et la majorité d'entre elles ont indiqué consulter principalement les réseaux sociaux pour obtenir de l'information sur les tatouages. Ces résultats valident les questionnements qui ont fait naître cet article et les inquiétudes des professionnels de la santé, qui disent constater un besoin urgent de campagnes de sensibilisation publiques à l'égard des risques du tatouage.

QU'EST-CE QUI SE CACHE DANS LES ENCRE À TATOUAGES?

La plupart des encres modernes sont composées d'une suspension de pigments insolubles dans un véhicule comme l'eau, l'alcool ou la glycérine, ainsi que d'additifs comme des dispersants, surfactants et des agents de conservation et de remplissage. Ces composés ont comme fonction de réduire la dispersion de l'encre, d'assurer la longévité et l'intensité de la couleur du tatouage, ainsi que d'éviter la croissance de microorganismes. Les pigments utilisés pour faire les encres à tatouage, quant à eux, sont habituellement des produits industriels qui comprennent plusieurs substances. Les encres noires, comme l'encre de Chine (utilisée entre autres pour faire des tatouages «*stick-and-poke*»), contiennent en majorité du noir de carbone, un composé issu de la combustion de matière organique. En ce qui concerne les encres colorées, elles ont une composition très variée selon la couleur. La plupart contiennent des pigments organiques, ainsi que des métaux comme le titane, l'aluminium, le baryum, le cuivre et le fer. Les pigments organiques les plus utilisés sont les pigments azoïques, soit des colorants industriels réputés pour leur longévité et l'intensité de leur couleur, dont la gamme passe du jaune au rouge et au bourgogne. Ils ont été initialement conçus pour la teinture de tissus et de plastiques, pour faire des encres d'imprimantes et même des peintures de voitures. Les encres bleues et vertes sont plutôt composées de phtalocyanine, un pigment synthétique, ainsi que de pigments métalliques comme le cobalt ou le chrome. En résumé, la liste d'ingrédients pouvant se retrouver dans une bouteille d'encre à tatouage peut donc être très longue! Des impuretés et des sous-produits sont aussi souvent retrouvés dans les encres. Des métaux toxiques ou allergènes non désirés comme l'arsenic, le cadmium, le nickel et le plomb peuvent être des contaminants présents en concentration plus ou moins élevée et mener à des complications.

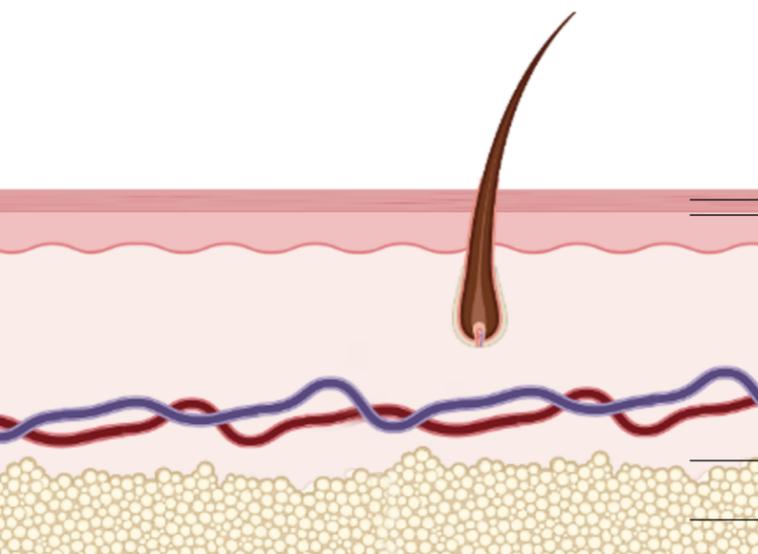
COULEUR	INGRÉDIENT
NOIR	Carbone Oxyde de fer (FeO ou Fe ₃ O ₄) Bois de campêche
BRUN	Ocre
ROUGE	Cinabre/sulfure de mercure Rouge de cadmium Oxyde de fer/rouille (Fe ₂ O ₃)
JAUNE	Jaune de cadmium Ocre Jaune de curcuma Jaune de chrome
VERT	Oxyde de chrome (Cr ₂ O ₃) Malachite Vert de phtalocyanine Chromate de plomb Ferrocyanures et ferricyanures
BLEU	Bleu de cobalt Bleu de phtalocyanine Azurite Lapis-lazuli
VIOLET	Violet de manganèse Divers sels d'aluminium Dioxanines/Carbazole
BLANC	Carbonat de plomb Dioxyde de titane Sulfate de baryum Oxyde de zinc

L'ART SUR LA PEAU, LES PIGMENTS DANS LE SANG!

Certaines réactions peuvent survenir en conséquence au stress infligé aux cellules par le tatouage et/ou à la circulation des différents ingrédients retrouvés dans les encres dans le corps. Parmi celles-ci, on compte des réactions inflammatoires, infectieuses et néoplasiques (associées à un développement cellulaire anormal).

Lors du tatouage, l'encre est déposée entre les deux couches supérieures de la peau, l'épiderme et le derme. Les compétences, l'expérience et la technique des tatoueurs et tatouées vont avoir un impact sur la profondeur et la quantité de pigments qui se retrouvent dans le derme et, par conséquent, dans la circulation sanguine. Même si la majorité des pigments injectés reste à l'endroit où le tatouage a été réalisé, une partie est emportée dans la circulation sanguine et le système lymphatique. Les macrophages, des cellules immunitaires présentes dans le derme qui détectent et éliminent les agents étrangers, vont jouer un rôle clé dans la stabilité physique du tatouage en internalisant les pigments. Une fois que le pigment est piégé à l'intérieur d'un macrophage, sa composition ne sera pas altérée et il ne se retrouvera pas en circulation dans le corps. Lorsque le macrophage mourra, le pigment piégé sera alors libéré et recapturé par un macrophage voisin. Ce cycle est appelé «cycle de libération-recapture». Il permet le ralentissement de la dispersion de l'encre dans l'organisme et prévient la dégénérescence du

tatouage. Ce processus explique d'ailleurs le déplacement du tatouage avec le temps, étant donné que les pigments peuvent être recapturés à un endroit avoisinant leur lieu d'origine. La dépigmentation du tatouage, quant à elle, est causée par l'exposition aux rayons ultraviolets (UV). Beaucoup d'entre nous aiment profiter de l'été pour s'amuser dehors, mais l'exposition de la peau tatouée au soleil sans protection comporte certains risques. En effet, un groupe de chercheurs de l'Institut de chimie organique de l'Université de Regensburg en Allemagne, incluant la chercheuse Eva Engel, qui a collaboré à de nombreux articles scientifiques sur les tatouages, a découvert que, comme une exposition importante au soleil mène à l'augmentation de la température de la peau, et comme les pigments, incluant la mélanine qui colore naturellement la peau, les cheveux et les yeux, captent les rayons UV, les cellules tatouées exposées risquent de se briser plus facilement et les pigments qu'elles contiennent, de se fractionner. Les pigments fractionnés peuvent à leur tour être transportés et s'accumuler dans les ganglions lymphatiques ou se retrouver dans la circulation sanguine pour finalement être redirigés vers le foie. La présence d'éléments-traces métalliques issus des pigments dans les organes, en quantités importantes, peut générer des réactions immunitaires et solliciter des mécanismes d'adaptations qui peuvent engendrer une toxicité.



ÉPIDERME

Protection contre les rayons UV et limite l'entrée des pathogènes
Absence de vaisseaux sanguins

DERME

Responsable de la souplesse et de la résistance de la peau, rôle dans la cicatrisation
Présence de vaisseaux sanguins

HYPODERME

Tissus adipeux de protection
Présence de vaisseaux sanguins

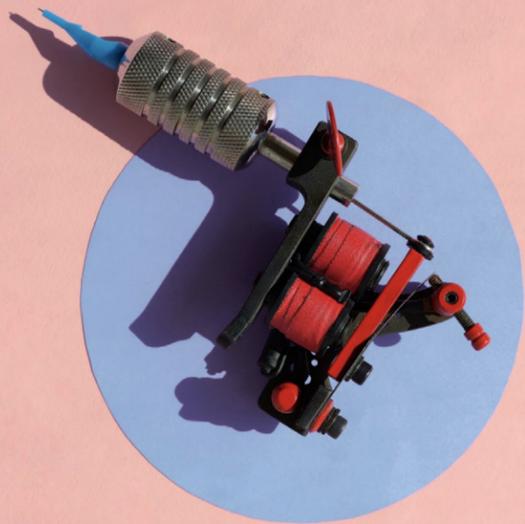
« La majorité des réactions allergiques dues aux tatouages se développent à cause d'une hypersensibilité individuelle face à un pigment de tatouage, de laquelle s'ensuit une dermatite photoallergique ou de contact. »

C'EST HOT!

Les réactions inflammatoires sont les réactions néfastes qui sont les plus souvent observées. Avez-vous déjà eu la peau rouge et enflée et ressenti une sensation de chaleur sur et autour d'un tatouage? Il s'agissait probablement d'une réaction inflammatoire. Ce type de réaction peut se manifester rapidement sous forme aiguë, laquelle peut se résorber tout aussi vite, ou déclencher une réaction ultérieure retardée (on peut parler de jours, de semaines ou même d'années!). La majorité des réactions allergiques dues aux tatouages se développent à cause d'une hypersensibilité individuelle face à un pigment de tatouage, de laquelle s'ensuit une dermatite photoallergique ou de contact. Le pigment d'encre provoquant le plus fréquemment des réactions est le rouge, puisque ces encres contiennent parfois du sulfure de mercure qui agit comme antigène. Aujourd'hui, les métaux sont moins présents dans les encres de tatouage, cependant certains cas d'allergie au para-phylnédiamine (PPD), un composé organique reconnu comme allergène par plusieurs organismes et institutions, ont été décrits par Dre Marie-Claude Houle, dermatologue spécialisée dans les allergies d'hypersensibilisation. En plus de se retrouver dans les encres à tatouage, le PPD est présent dans plusieurs colorants capillaires ainsi que dans les tatouages de type «Henné».

Par ailleurs, un autre composant du tatouage qui peut engendrer une forte réaction immunitaire est l'aiguille. Effectivement, les dépôts de particules d'aiguille dans la peau seraient également transportés jusqu'aux ganglions lymphatiques lors du tatouage. Les aiguilles qui servent aux tatouages sont composées de nickel et de chrome, qui sont connus pour générer des réactions de sensibilisation auprès de certaines personnes. L'usure de l'aiguille serait augmentée lorsque celle-ci est utilisée avec de l'encre contenant du dioxyde de titane (pigment blanc, incluant les nuances faites avec de l'encre blanche). Cette action abrasive de l'encre avec l'aiguille serait responsable des réactions allergiques provoquées par le nickel à la suite du tatouage. Cette réaction peut être similaire à ce qu'on observe lors du port de bijoux faits de ce même matériel.

De plus, selon Dre Houle, la majorité des réactions immunitaires à court terme sont en lien avec l'immunité innée. Les macrophages, premières cellules à interagir avec les pigments après un tatouage, tentent naturellement de se débarrasser des substances étrangères introduites dans la peau et, par ce processus, des granulomes peuvent être produits. Les granulomes sont des amas de cellules (dans ce cas, des cellules immunitaires) qui se créent autour du corps étranger (ici, l'encre) à la suite d'une réaction inflammatoire. Cette association peut entraîner la formation de nodules, de plaques rouges et un épaissement des tissus cicatriciels, causant un résultat inesthétique.

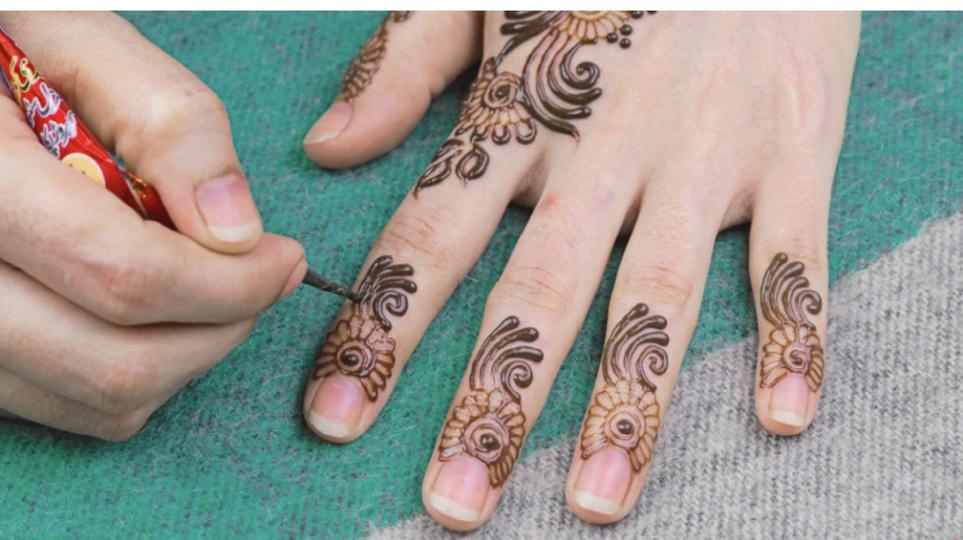


MACHINE À TATOUER

Cet outil permet un mouvement de va-et-vient qui fait monter et descendre des aiguilles qui entrent dans la peau et y déposent de l'encre. La profondeur d'entrée de l'aiguille dans la peau est monitorée par l'utilisateur. Il existe plusieurs types de machines à tatouer qui peuvent servir selon les besoins de l'utilisateur durant le tatouage (ex. traçage, ombrage, remplissage).

TATOUAGE AU STICK N POKE

Technique de tatouage ancestrale qui consiste à piquer la peau à la main par l'intermédiaire d'un outil pointu, généralement une aiguille attachée à une structure solide et allongée. L'encre de Chine est couramment utilisée avec cette technique.



TATOUAGE AU HENNÉ

Le Henné est composé d'un pigment organique d'origine végétale et peut également contenir des pigments chimiques pour modifier sa coloration. Aucune aiguille n'est nécessaire dans la réalisation de ce type de tatouage et cette technique permet la création de tatouages temporaires.

COLOCATAIRES INDÉSIRABLES

Des infections bactériennes peuvent aussi se développer lors d'un tatouage, en raison des lésions. Les infections peuvent être locales et superficielles ou, dans d'autres cas, systémiques. Les risques d'infections sont généralement dépendants des conditions dans lesquelles le tatouage est effectué, donc du niveau d'hygiène. Cependant, selon une étude, plus de 20% des échantillons d'encre étaient déjà contaminés par des bactéries avant leur utilisation, et ce, y compris les encres étiquetées stériles. De plus, les pigments peuvent influencer la synthèse de certaines protéines, ce qui pourrait augmenter le risque d'infection chez la personne tatouée. En effet, une expérience réalisée en 2009 par Dre Mirella Falconi, professeure en sciences biomédicales et neuromotrices à l'Université de Bologne, qui avait pour but d'observer les changements de la surface cellulaire après une exposition aux pigments, a permis de déterminer une influence potentielle de certains pigments sur l'expression du procollagène, une protéine qui participe à la cicatrisation. Les pigments rouges ont démontré, dans cette étude, une capacité à inhiber la synthèse de cette protéine. L'inhibition de la production de collagène entraînerait donc une cicatrisation de la peau plus lente pouvant conduire à d'autres pathologies et infections bactériennes. La charmante attention que vous avez eue d'immortaliser le visage de votre grand-maman sur votre biceps pourrait ainsi rapidement tourner au cauchemar!

À SURVEILLER!

Parmi les complications associées aux tatouages, on compte les réactions néoplasiques qui impliquent la formation de tumeurs ou de cancers. Selon Dre Ines Schreiber, chercheuse à l'Institut fédéral allemand d'évaluation des risques spécialisés et membre du groupe de recherche junior sur les encres de tatouages, la présence de cancérigènes a été prouvée à quelques reprises, mais on ne sait pas encore si ces substances affectent la peau ou d'autres organes cibles après une redistribution systémique. Le rôle des composantes de l'encre dans les complications néoplasiques reste encore un sujet à étudier, puisque les résultats des recherches actuelles sont représentatifs des dommages engendrés aux suites d'une exposition à court terme et non d'une exposition chronique à ces composantes, comme c'est le cas lors d'un tatouage permanent. Cependant, des études ont démontré, grâce à des tests *in vitro*, que la métabolisation de composés comme les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), qui ont été identifiés dans les encres à tatouage noires, engendre la formation de groupements époxydes hautement réactifs et de cations radicalaires (ROS) pouvant altérer l'ADN et modifier l'expression des gènes, ce qui pourrait expliquer leur rôle dans la formation de cancers. Par ailleurs, il a été démontré par des chercheurs du département de dermatologie de l'Université de Regensburg, en Allemagne, que l'exposition aux UVA peut augmenter la formation de ROS par les HAP et, par conséquent, le potentiel carcinogène des encres à tatouage.



PRÉVENIR POUR MIEUX GUÉRIR

Choisissez un artiste ayant une technique adaptée à votre type et teint de peau. Dans le doute, demandez un test de couleur sur une partie de votre peau avant de vous faire tatouer. Évitez l'application de crèmes analgésiques; elles rendent la pénétration de l'encre difficile et nécessitent que le professionnel appuie plus fort - douleur, œdème et risques de mauvaise cicatrisation s'ensuivront. Prenez plusieurs rendez-vous pour les grands tatouages afin de réduire la réaction inflammatoire et d'améliorer la cicatrisation. N'oubliez pas de suivre les conseils de votre tatoueur/tatoueuse pour optimiser la guérison. Enfin, appliquez une protection solaire à large spectre avec un facteur de protection solaire de 50 ou plus aux deux heures sur votre tatouage pour prévenir la pénétration des UV lors de vos sorties sous le soleil. En cas de complications, consultez un médecin.

« Les risques analysés au cours de cette étude sont bien réels et les fervents de l'art sur peau devraient s'informer sur le sujet avant de passer à l'acte, afin de prendre une décision éclairée. »

DONC, C'EST TOXIQUE OU NON, LES TATOUAGES?

De nombreux paramètres interviennent lorsqu'il est question de la toxicité des tatouages et de leurs composantes. Les ingrédients contenus dans les encres utilisées pour les tatouages peuvent se retrouver dans la circulation sanguine et lymphatique et s'accumuler dans les organes où ils pourraient causer des dommages. Les effets de ces composantes peuvent générer des réactions immunitaires de type allergique ou inflammatoire. Des infections bactériennes peuvent se produire après l'utilisation d'encres ou d'outils non stérilisés, lorsque le tatouage est fait dans un environnement insalubre ou quand des soins post-tatouages non recommandés sont appliqués. Finalement, une nouvelle piste de recherche doit être explorée davantage en ce qui concerne un potentiel risque

de réactions néoplasiques qui seraient associées au développement de cancers. Les informations disponibles actuellement sur le sujet ne suffisent pas pour conclure si oui ou non, les tatouages représentent une mode toxique. Toutefois, les risques analysés au cours de cette étude sont bien réels et les fervents de l'art sur peau devraient s'informer sur le sujet avant de passer à l'acte, afin de prendre une décision éclairée.

Ainsi, réfléchissez bien au tatouage que vous souhaitez intégrer à votre corps avant de passer sous l'aiguille. Dans le cas où vous souhaiteriez effacer un bout de votre histoire, n'oubliez pas que les procédures de détatouage au laser qui servent à enlever le nom de votre ex-copain/copine ou d'une image qui en dévoile un peu trop sur votre passé sont dispendieuses et comportent leur propre lot de risques.

LES ÉLÉMENTS DE TERRES PAS RARES DU TOUT!

LES ÉLÉMENTS DE TERRES RARES, PAS RARES DU TOUT!

Par Sandrine Breton, Guillaume Desmarais,
Olivier Langlois et Sandrine Tremblay

Les éléments de terres rares sont des métaux qui suscitent autant l'intérêt des développeurs de nouvelles technologies que de la communauté scientifique. Leurs qualités physico-chimiques hors pair font d'eux des candidats de choix pour le développement de technologies modernes. Cependant, la demande grandissante et les divers projets miniers d'exploration au Canada inquiètent les experts en santé environnementale. Il suffit de penser à la découverte du pétrole! Elle a donné lieu à une surexploitation hallucinante et a entraîné de graves répercussions sur les milieux naturels. L'exploitation des éléments de terres rares reviendrait-elle à répéter ces erreurs faites dans le passé?

QU'EST-CE QUE LES ÉLÉMENTS DE TERRES RARES?

Avez-vous déjà entendu parler des éléments de terres rares? Probablement pas... mais ils sont tout autour de vous! Les éléments de terres rares, aussi appelés «terres rares», sont des métaux faisant partie d'un groupe d'éléments du tableau périodique qui sont étudiés depuis peu de temps par les scientifiques. Nous comptons 17 éléments de terres rares, dont 15 qui sont nommés les lanthanides. Le Scandium et l'Yttrium sont également considérés comme étant des terres rares, puisqu'ils possèdent des caractéristiques très similaires aux lanthanides. Les terres rares sont divisées en deux groupes, les légers et les lourds, en fonction de leur densité. Les légers sont les plus abondants et les plus exploités. En ce qui concerne les lourds, la Chine possède le quasi-monopole de leur production. Ce pays est d'ailleurs le plus grand producteur de terres rares au monde. Le Canada est, de son côté, considéré comme l'une des plus grandes réserves de ces ressources.

Certains sont très abondants dans la croûte terrestre, donc pourquoi les qualifier de «rares»? Effectivement, ces éléments ne sont pas rares en termes de présence dans le sol, car ils sont retrouvés partout dans le monde. Peut-être pourriez-vous même en retrouver sous votre terrain! Cependant, ils sont difficiles à extraire du sol puisqu'ils sont retrouvés en concentrations faibles dans les gisements et, surtout, mélangés ou agglomérés à d'autres minéraux: leur séparation requiert donc des méthodes complexes et coûteuses.

Ces éléments ne sont pas rares en termes de présence dans le sol, car ils sont retrouvés partout dans le monde. Cependant, ils sont difficiles à extraire du sol.

Les éléments de terres rares sont utilisés depuis les années 1950 dans de multiples domaines, comme le raffinage du pétrole et la production de céramiques ou de verre. Leur utilisation la plus importante se voit dans la production des aimants permanents. Ces aimants sont retrouvés dans les technologies modernes comme les téléphones cellulaires, les ordinateurs portables et les automobiles électriques, puisqu'ils possèdent des propriétés physico-chimiques très particulières. On emploie aussi les terres rares dans le domaine de l'agriculture, plus précisément dans la production d'engrais.

Les effets de l'utilisation d'éléments de terres rares ne sont étudiés que depuis récemment. Plusieurs études sont en cours afin d'approfondir nos connaissances sur les défis financiers, techniques et surtout environnementaux que peut impliquer leur exploitation. En effet, les risques, autant pour l'homme que pour les autres vivants et leur habitat, ne doivent pas être ignorés.



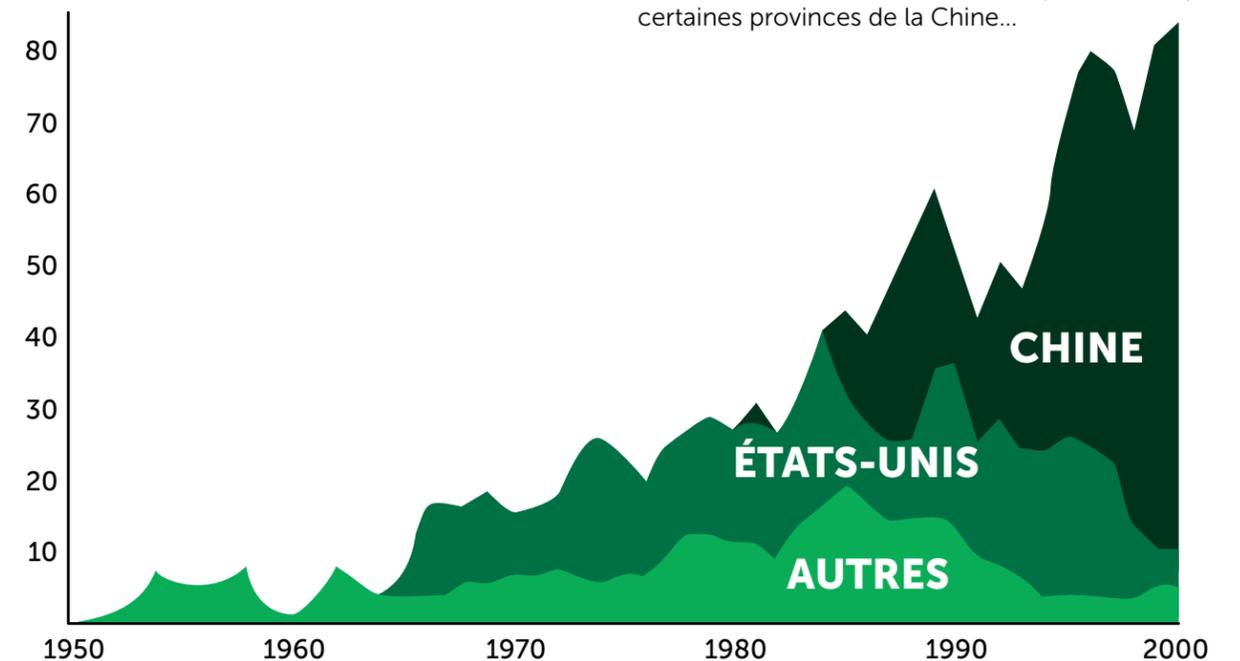
L'EXPLOITATION, UNE HISTOIRE DE POLLUTION

L'exploitation des terres rares a connu son premier élan dans les années 1950 dans la mine «The Mountain Pass», en Californie. Après quelques années de fonctionnement, la mine a dû fermer à cause des énormes quantités de pollution émises, qui entravaient les mesures environnementales. Dans les années 1970, la France a également participé à l'exploitation de ces éléments de terres rares, mais a été obligée de l'arrêter pour les mêmes raisons que la Californie. C'est ainsi que la Chine, dans les années 1990, a pu prendre le monopole de la production des terres rares.

La Chine est devenue le pays ayant les plus grands taux d'exploitation de terres rares, fournissant les autres pays à petits prix. Néanmoins, en 2005, ce pays a commencé à émettre certaines restrictions par rapport à leur exportation, afin de pouvoir fabriquer des produits à l'intérieur de ses frontières. La Chine a également augmenté ses prix d'exportation, puisqu'elle contrôle l'offre. Par exemple, le prix du Néodyme, un des éléments de terres rares, était de 14\$ US/kg en 2009, mais a connu un pic à 318\$ US/kg en 2012.

Les terres rares sont de plus en plus utilisées et il a été suggéré que d'ici 2025, la demande pourrait augmenter jusqu'à 2 600%. Face à cette importante augmentation de la demande en vue, le Canada veut donc débiter sa propre exploitation de terres rares. En 2014, il était possible de compter environ 200 projets d'exploration minière au Canada, dont plusieurs au Québec. Les mines au Canada ne sont pas encore en fonction, mais il a été possible d'estimer la réserve en éléments de terres rares à plus de 15 millions de tonnes, soit environ 2 millions de tonnes de plus qu'aux États-Unis. C'est pourquoi le Canada pourrait devenir un grand compétiteur s'il utilisait son propre potentiel de ressources. Toutefois, les terres rares sont très difficiles à extraire, particulièrement au Canada, puisqu'elles sont emprisonnées dans des minerais plus compliqués à traiter.

De ce fait, l'enjeu écologique est d'autant plus important. L'extraction, la séparation et le raffinage des terres rares impliquent d'importantes quantités de matériaux chimiques, qui génèrent d'énormes quantités de gaz résiduels, d'eaux usées, ainsi que des déchets radioactifs. Le Canada doit donc se pencher sur toutes les potentielles conséquences que peut engendrer cette pollution, afin de ne pas se voir vite confronté aux mêmes problèmes que certaines provinces de la Chine...



LES VILLAGES DU CANCER

La production d'éléments de terres rares en Chine entraîne des conséquences désastreuses sur la vie des habitants du pays. À Fujian, une province côtière, on retrouve près d'une cinquantaine de sites miniers. Ces sites, où les eaux et les sols sont contaminés par les déchets de l'exploitation des terres rares, sont souvent situés à proximité de villages. Fujian possède également une importante production agricole, soit un sixième de la production de tout le pays. Étant donnée la pollution intense, c'est sans surprise que l'on retrouve de grandes quantités de terres rares dans l'assiette d'une grande proportion de Chinois. L'inhalation de poussières atmosphériques, contenant environ 60% d'éléments de terres rares, est aussi une importante source de contamination.

Certains villages de provinces comme Fujian et Jiangxi ont même été rebaptisés «villages du cancer». Les terres rares s'accumulent dans les os, dans le sang et dans le cerveau des résidents, ce qui entraîne énormément de problèmes de santé. En effet, une exposition chronique à ces métaux et leurs déchets d'exploitation sont reliés à une augmentation de l'incidence des cancers, notamment celui du poumon. Les travailleurs miniers sont certainement les plus à risque. En effet, différents types d'acides forts sont utilisés pour extraire les éléments de terres rares des minerais, générant des déchets fortement toxiques. De plus, les minerais contiennent naturellement des éléments radioactifs, qui sont extraits involontairement, mais se retrouvent néanmoins dans l'environnement. Encore aujourd'hui, certains mineurs travaillent sans protection contre ces sous-produits néfastes.

Pour ces villages, il est donc presque impossible d'éviter les problèmes de santé reliés à une exposition chronique aux terres rares, étant donnée leur omniprésence dans l'environnement.



Site d'exploitation des éléments de terres rares. Souvent, l'exploitation résulte en une présence très accrue de ces métaux et autres composants dans l'environnement, amenant une dégradation de l'environnement.

SAVIEZ-VOUS?

Un cancer se forme à la suite de dommages ou d'altérations dans l'ADN, qui peuvent être causés par divers agents tels que les rayons UV, le tabac et les déchets radioactifs. Certains gènes, qui sont des segments d'ADN, dirigent un cycle cellulaire finement régulé qui indique à la cellule quand se diviser et quand se multiplier. Normalement, le corps essaie de réparer l'ADN endommagé, mais si ce n'est pas possible, un programme de mort cellulaire est enclenché; l'apoptose. Une des particularités des cellules cancéreuses est leur capacité à échapper à l'apoptose. En plus de ne pas mourir, ces cellules se divisent de façon incontrôlée, pouvant ainsi former une tumeur. Attention! Une tumeur n'est pas nécessairement un cancer. Il existe des tumeurs dites bénignes, qui prennent peu d'expansion, alors que les tumeurs dites malignes prennent davantage d'expansion. En effet, la tumeur maligne peut grossir de plus en plus en se nourrissant grâce aux vaisseaux sanguins voisins et peut même, à un certain moment, fabriquer de nouveaux vaisseaux sanguins pour son propre développement. Lorsque celle-ci devient trop grosse et qu'elle pousse sur un autre tissu, les cellules peuvent envahir ce tissu voisin. Plus tard dans l'évolution de la maladie, les cellules cancéreuses peuvent voyager par le biais de la circulation sanguine et/ou lymphatique et se propager dans d'autres organes: c'est ce qu'on appelle des métastases.

DES MÉTAUX DANS L'EAU

Les terres rares ont de plus en plus d'applications médicales, surtout dans le domaine de l'imagerie. Par exemple, les agents contrastants à base de Gadolinium (Gd), un élément de terres rares, peuvent être injectés de façon intraveineuse (à dose non toxique, bien sûr) lors d'une résonance magnétique, dans le but d'obtenir des images claires des structures à visualiser. Après l'injection, le corps filtre le Gadolinium par les reins, puis l'excrète dans l'urine. L'urine se retrouve toutefois ensuite dans les eaux usées, puis dans les cours d'eau. Entre 22 et 66 tonnes de Gadolinium sont utilisées mondialement dans le domaine médical chaque année et, puisque les rejets ne sont pas réglementés, ils se retrouvent dans l'environnement.

L'eau d'un lac ou d'un fleuve peut sembler être seulement... de l'eau. Cependant, cette eau est beaucoup plus que ce que l'on voit! Elle contient, entre autres, des particules, de la matière organique et un pH spécifique. Les contaminants, comme le Gadolinium, sont influencés par tous ces éléments. Selon Marc Amyot, professeur en sciences biologiques à l'Université de Montréal et titulaire de la Chaire de recherche du Canada en écotoxicologie, les terres rares sont rarement retrouvées seules dans l'eau, ils tendent à s'associer à la matière organique. «Dans notre labo ce qu'on a beaucoup regardé c'est le carbone organique dissous, ce qui colore l'eau. En général, on trouve de très fortes associations lorsqu'on regarde nos données à travers le fleuve Saint-Laurent et ses tributaires». Ces associations font précipiter les terres rares au fond de l'eau. Ce sont donc les organismes retrouvés dans les sédiments qui entrent le plus souvent en contact avec ces derniers. «En général, on va voir que les invertébrés associés aux sédiments risquent d'être [...] les plus à risque au niveau de la bioaccumulation», évoque M. Amyot.

La bioaccumulation est la capacité d'un organisme à accumuler un contaminant. La bioamplification, quant à elle, se produit lorsque les concentrations d'un contaminant augmentent quand on monte la chaîne alimentaire: le plancton au bas de la chaîne alimentaire contient un contaminant, ce plancton est mangé par un poisson et le poisson est mangé par un humain qui va alors accumuler une grande quantité du contaminant. Un exemple de bioamplification commun est celui observé avec le méthylmercure retrouvé dans le poisson de consommation, dont vous avez probablement déjà entendu parler. Néanmoins, dans le cas des terres rares, c'est l'inverse qui est observé. «Comme plusieurs métaux, il y a plus un effet de biomagnification trophique, c'est-à-dire que plus on va haut dans le réseau alimentaire, moins les concentrations sont élevées», affirme Marc Amyot.



Marc Amyot, professeur en sciences biologiques à l'Université de Montréal et titulaire de la Chaire de recherche du Canada en écotoxicologie.

TOUT EST UNE QUESTION DE BALANCE

Nous savons que les terres rares peuvent s'accumuler dans les fractions sensibles des cellules, engendrant des effets toxiques. Mais qu'est-ce que nous connaissons de plus de leur potentiel toxique?

Il est connu que les terres rares agissent sur la balance oxydative. En interagissant avec diverses composantes d'une cellule, particulièrement les enzymes, les terres rares vont générer soit des antioxydants, des molécules comme les anthocyanes retrouvées dans les bleuets, ou des pro-oxydants, retrouvés dans la fumée de cigarette. Cette balance, ou équilibre, est une sorte de combat entre les pro-oxydants et antioxydants. Elle peut être affectée positivement ou négativement par les terres rares.

On retrouve peut-être moins de terres rares chez les poissons que les invertébrés dans les sédiments, mais cela ne veut pas dire qu'ils sont moins affectés... «Au niveau des poissons, il va y avoir beaucoup moins de terres rares assimilées, mais [elles] vont se retrouver dans des fractions subcellulaires sensibles», dit M. Amyot. Les fractions dites «sensibles» sont des parties dans la cellule, comme les mitochondries, dans lesquelles le contaminant peut entraîner des effets toxiques, lorsqu'il s'y accumule. De ce fait, même si les poissons accumulent moins de terres rares, ils risquent tout de même de subir des effets néfastes puisqu'ils sont sensibles à leur présence.

Donc si les terres rares peuvent être toxiques, savons-nous à quelles concentrations elles le deviennent? Claude Fortin, professeur au Centre Eau Terre Environnement de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS), explique que l'information sur cette question reste manquante: «Il y a très peu de données toxicologiques. Le Fédéral et le Provincial doivent développer des critères pour les eaux de surface». Les recherches en cours, menées par plusieurs laboratoires, tentent de mieux comprendre le comportement des terres rares dans les écosystèmes afin de pouvoir établir des lignes directrices sur les seuils maximums qui doivent être retrouvés dans notre environnement.

Certains éléments de terres rares comme le Néodyme ou le Lanthane vont générer des pro-oxydants, qui, eux, produisent des radicaux libres. Ces derniers sont des molécules ayant la capacité de détruire les membranes cellulaires, ce qui leur permettrait ensuite d'avoir accès à l'ADN de la cellule et de l'endommager. En revanche, d'autres éléments de terres rares génèrent des antioxydants. Ceci procure un effet de protection à la cellule contre les pro-oxydants, car le rôle des antioxydants est de les neutraliser. Quelques terres rares, comme le Lanthane, peuvent générer les deux types de molécules, et cela se produit lorsqu'il y a différentes concentrations d'un même élément dans la cellule. C'est ce qu'on appelle le phénomène d'hormèse. Par exemple, chez les plantes, lorsque le Lanthane est présent à petites doses, il aide la plante à grandir plus vite en stimulant la production d'antioxydants. Cependant, en grandes doses, cet élément entraînera des effets pro-oxydants trop grands pour être neutralisés par les antioxydants, ce qui va retarder la croissance de la plante. Vous avez probablement déjà entendu parler des propriétés antioxydantes que peut offrir une coupe de vin rouge. À l'inverse, boire une bouteille de vin par jour, ce n'est pas bon pour la santé.

50 NUANCES DE VERT

En plus d'être essentielles à la production de ces bidules électroniques, les terres rares sont utilisées dans nos efforts pour transformer certaines technologies en technologies dites «vertes», afin de contrer le problème mondial de pollution auquel nous faisons face. La surconsommation humaine n'est plus un secret pour qui que ce soit. Les avancées technologiques se font de plus en plus puissantes, rapides et impressionnantes. Parmi celles-ci se trouvent les ordinateurs portables, les télévisions et les téléphones cellulaires, qui deviennent plus performants d'année en année et, surtout, primordiaux pour l'humain. Les éléments de terres rares sont utilisés afin de produire les écrans, ainsi que les batteries rechargeables dans ce genre d'appareils.

En effet, ils sont utilisés dans la production d'éoliennes, d'ampoules DEL ou de voitures hybrides et électriques, par exemple. Ces technologies sont destinées à remplacer celles qui polluent, comme les voitures à essence. Mais à quel point ces technologies sont-elles réellement vertes? Selon M. Amyot, il est difficile d'obtenir une réponse exacte à cette question, car selon lui, «les technologies vertes sont vertes pendant qu'on les conçoit et qu'on les pense vertes avant de se rendre compte qu'elles ne le sont pas». Le résultat de l'utilisation finale de ces technologies semble être bénéfique pour l'environnement, mais ce résultat n'est pas la seule valeur environnementale qui doit être prise en compte.

«Créer des batteries où l'on met beaucoup de terres rares cause une hausse de l'exploitation minière avec tout ce qui vient avec. Il faut voir le processus comme un cycle de vie de ce que l'on produit. Lorsque l'on produit des éoliennes dans le but de réduire les gaz à effets de serre, il faut comptabiliser toutes les retombées que l'éolienne aura causées depuis sa production jusqu'à la fin» évoque M. Amyot.



L'utilisation des terres rares est souvent liée à la consommation massive de technologies soi-disant vertes. Lorsque ces technologies sont obsolètes, une grande partie se retrouve dans les dépotoirs à la place de centre de recyclage.

L'après-utilisation de ces technologies, qui se retrouvent dans les dépotoirs, doit bien sûr aussi être considérée. Selon l'étude de thèse de Céline Bonnaud faite en 2016 sur le recyclage des aimants permanents, seulement 1% des éléments de terres rares étaient recyclés en 2011. Plusieurs études sont aujourd'hui menées afin de valoriser le recyclage des terres rares. Les produits qui sont les plus intéressants et simples à recycler semblent être les aimants retrouvés dans les turbines d'éoliennes et les voitures hybrides ou électriques, puisqu'ils sont entiers et faciles à isoler. Pour ce faire, des méthodes comme la réutilisation directe ou la décrépiation à l'hydrogène, qui consomment peu d'énergie et ne produisent pas de déchets, semblent environnementalement prometteuses. La décrépiation à l'hydrogène consiste à transformer les aimants en poudre en y introduisant de l'hydrogène qui crée de petites fissures, affaiblit et «brise» l'aimant. L'utilisation des terres rares est relativement récente, et le développement de filières de recyclage, un long procédé qui commence tout juste à être abordé. Il serait primordial d'avoir un procédé de recyclage établi, car ces déchets pourraient être un grand risque pour l'environnement aquatique, notamment. «D'un point de vue déchets, c'est quelque chose qui risque de venir avec le temps. C'est au fur et à mesure que nos écrans plasma et autres bidules électroniques se retrouvent dans les décharges que ces éléments peuvent être lixiviés et se retrouver dans l'environnement.», dit Claude Fortin.

Les technologies vertes sont vertes pendant qu'on les conçoit et qu'on les pense vertes avant de se rendre compte qu'elles ne le sont pas.

IL EN RESTE ENCORE À DÉCOUVRIR...

Serions-nous alors déjà dépendants de ces métaux? Certes, les avancées technologiques qu'ils permettent d'atteindre sont intéressantes, mais à quel coût? Les terres rares entraînent des effets toxiques connus, mais leur comportement dans les organismes est peu compris par les chercheurs... Le marché des terres rares explosera-t-il avant que la communauté scientifique ne puisse trouver des réponses?



LES VOISINS DE NOS RECO

LES VOISINS DE NOS RECOINS

Par Domitille Condrain-Morel,
Kim Langlois et Jérémie Pelletier

Nous nous demandons rarement quelle vie mènent les petites bestioles que l'on retrouve dans nos maisons. La plupart du temps, nous préférons oublier leur présence plutôt que de chercher à expliquer ce qu'elles y font. La crainte que plusieurs éprouvent face aux arthropodes qui peuplent nos recoins semble limiter notre curiosité sur cette communauté qui habite nos maisons. Bien souvent, nous cherchons simplement à les faire sortir de chez nous par tous les moyens, sans vraiment nous interroger à savoir si cette «chicane de colocs» n'a pas aussi des effets néfastes sur notre santé, au-delà de la leur. Dans ce contexte, dresser un portrait de nos «locataires potentiels», ainsi que des effets de l'utilisation de pesticides, semble nécessaire pour poser des choix éclairés sur notre gestion de ces voisins particuliers en fonction des bestioles que l'on retrouve chez soi.

QUI SONT CES INTRUS?

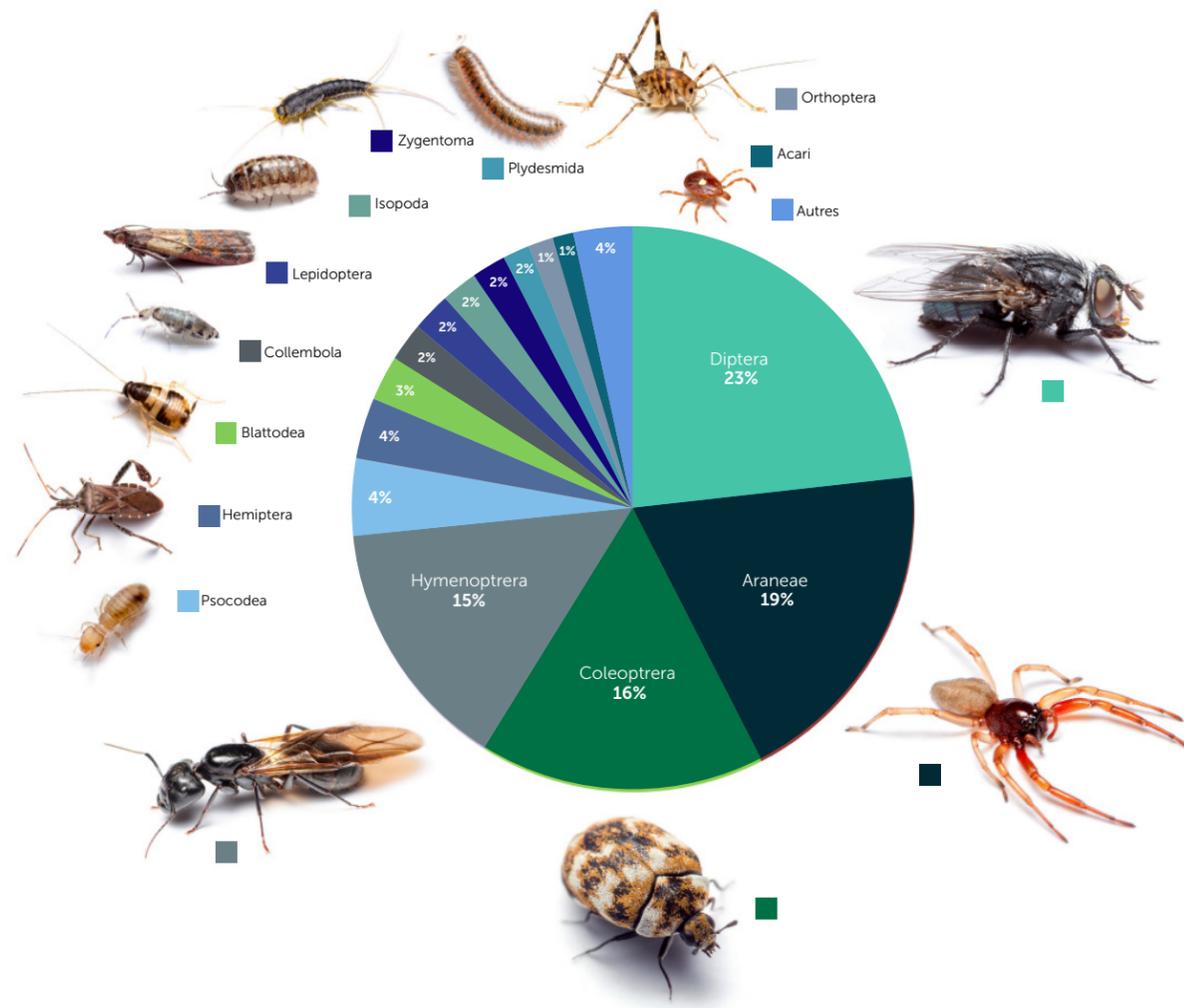
Ils sont appelés arthropodes par les biologistes. Ce mot vient du grec «pieds articulés», qui désigne un groupe d'animaux invertébrés avec un corps formé de segments articulés incluant, entre autres, les araignées, les insectes, les acariens, les mille-pattes et les crustacés.

On en retrouve de nombreuses espèces dans les maisons, mais certaines sont plus communes que d'autres et peuplent la grande majorité des habitations. Une étude publiée en 2015 par l'université de la Caroline du Nord aux États-Unis a trouvé, en échantillonnant 50 maisons, de 24 à 128 familles d'arthropodes par maison (une famille regroupe plusieurs espèces). Un nombre impressionnant de groupes d'arthropodes était présent dans 100% des maisons visitées par cette étude, notamment certains groupes avec lesquels nous sommes familiers comme les mouches et les araignées, mais également d'autres groupes plus discrets qu'on ne croirait pas retrouver dans la majorité des habitations. Parmi ces arthropodes plus subtils, mais très communs, se retrouvent les fourmis, les coléoptères (insectes dont les ailes forment une carapace dure, comme

les coccinelles), les papillons de nuit, les acariens et les mille-pattes. Ces groupes très communs ne représentent malgré tout qu'une portion de toutes les espèces d'arthropodes que l'on peut rencontrer dans une maison, telles que les grillons, les blattes, les cloportes et les poissons d'argent, pour n'en nommer que quelques-unes.

Les quatre plus gros groupes en termes de proportion de diversité, c'est-à-dire la proportion de toutes les espèces appartenant à ces groupes, sont les mouches, les araignées, les coléoptères et les hyménoptères (ce dernier groupe inclut les fourmis, les abeilles et les guêpes, mais est principalement représenté par les fourmis dans nos maisons). Ces quatre groupes composent ensemble les trois quarts de toutes les espèces d'insectes que l'on peut rencontrer dans une maison, ce qui veut dire que les autres groupes ne réunissent pas beaucoup d'espèces différentes. En contemplant toute la diversité des bestioles de nos recoins, vous vous demandez peut-être: pourquoi est-ce qu'elles vivent chez nous, et quels sont les facteurs qui déterminent leur présence?

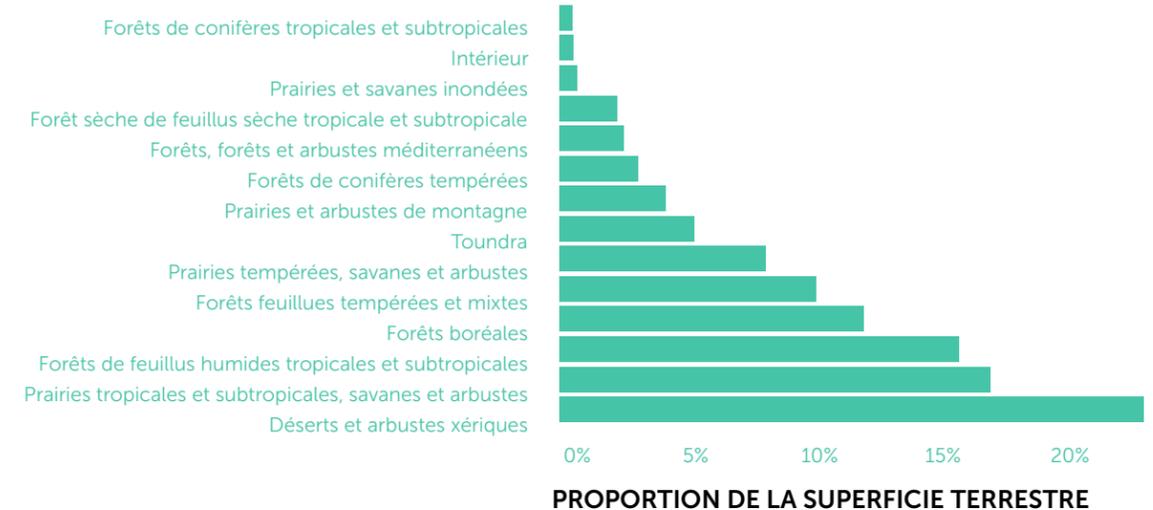
GRAPHIQUE CIRCULAIRE MONTRANT LA PROPORTION DE LA DIVERSITÉ TOTALE QUE REPRÉSENTE CHACUN DES GRANDS GROUPES D'ARTHROPODES DANS LES MAISONS.



L'ENTOMOPHOBIE

La peur des insectes et la peur des araignées, appelées aussi entomophobie et arachnophobie, sont très répandues. Une étude de l'université des sciences médicales de Shiraz en Iran a démontré que plus du tiers des jeunes du primaire et du secondaire ont peur des insectes et des araignées. Toutefois, l'étude a montré que plus les jeunes sont éduqués sur le sujet, moins ils en ont peur.

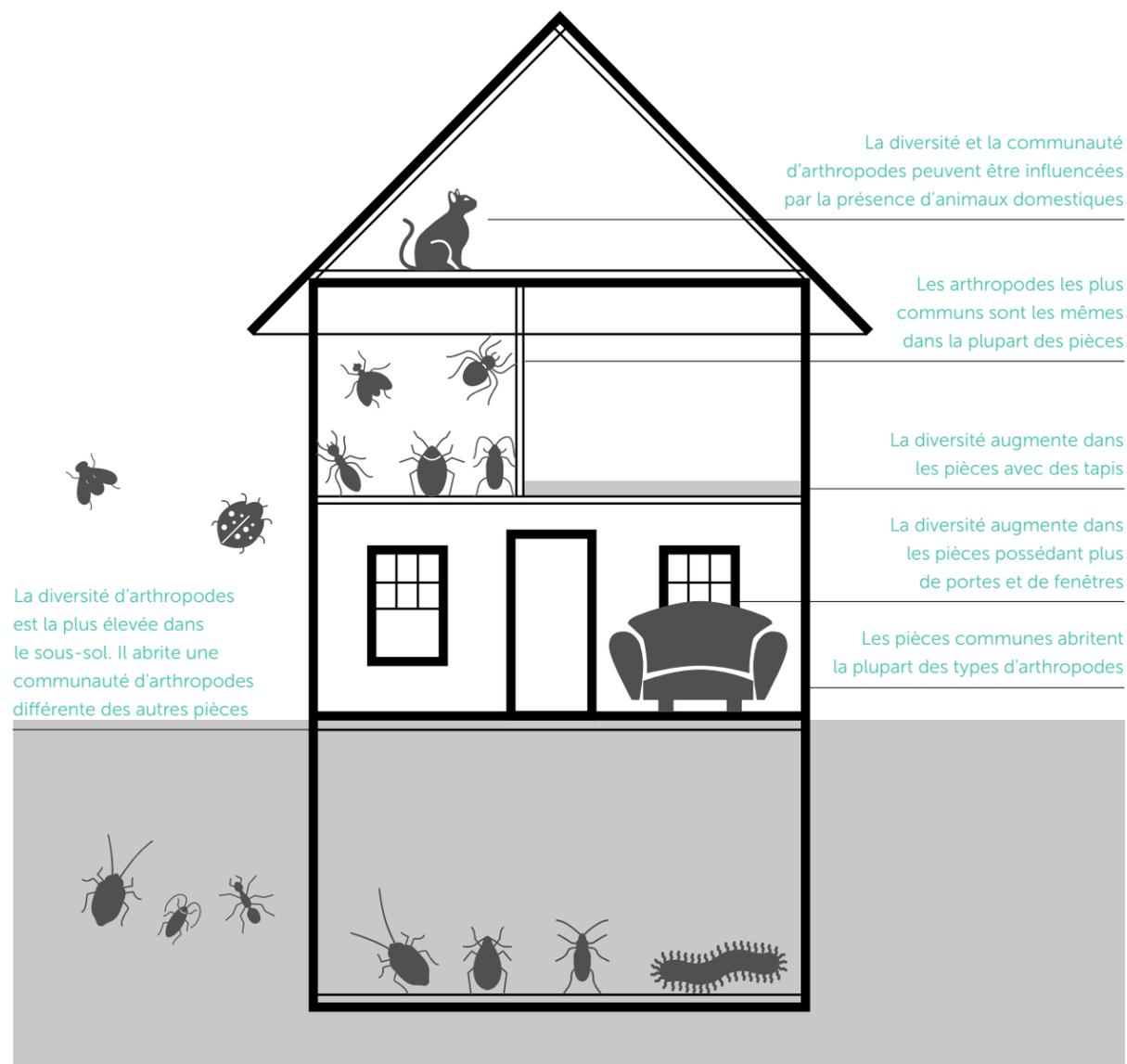
BIOMES



DES LOCATAIRES TRÈS DIVERSIFIÉS...

L'environnement que procurent les bâtiments que nous construisons au quotidien occupe de plus en plus de place sur notre planète, si bien qu'il est maintenant considéré comme l'un des nombreux «biomes» de la Terre. Un biome est un milieu qui regroupe des espèces animales et végétales en fonction d'une région et de son climat, par exemple un désert ou bien une forêt tropicale. Ce nouveau biome anthropique, nommé «biome intérieur», représente de nos jours environ 0,5% de la superficie de notre planète exempte de glace, soit une surface aussi grande que l'espace qu'occupe le biome de la forêt subtropicale de conifères. Nos maisons sont donc un milieu particulier très répandu à travers le globe, et qui abrite son lot d'espèces.

Avec ce concept en tête, on peut aussi imaginer que chacune des pièces de notre maison représente un sous-biome particulier. Effectivement, la température et le niveau d'humidité varient selon la pièce où l'on se trouve. Le taux d'humidité est souvent plus élevé dans le sous-sol ou la salle de bain, ce qui explique le niveau de diversité souvent plus élevé retrouvé dans ces endroits. Chaque pièce se caractérise donc par une liste d'espèces différente. On pourrait croire que la température est l'un des facteurs clés pour prédire quels arthropodes se retrouveront à l'intérieur de nos maisons. Toutefois, il semblerait que ce soit plutôt la présence ou non d'un sous-sol ou bien d'animaux de compagnie qui influencerait le plus la diversité observée au sein de nos demeures. Les animaux domestiques peuvent être des vecteurs et transporter des bestioles de l'extérieur vers l'intérieur. En ce sens, il semblerait que les maisons abritant des animaux de compagnie, comme des chiens et des chats, tendraient vers une plus grande diversité d'arthropodes. De plus, les maisons rurales abritent souvent une diversité d'arthropodes plus élevée que les maisons de banlieue ou urbaines. Le nombre de fenêtres et de portes dans une pièce influence aussi positivement qui va se retrouver dans celle-ci.



Mais quelle pièce abrite le plus de locataires? Le sous-sol semble être un lieu privilégié. Il regroupe en général une plus grande diversité d'arthropodes que le reste de la maison, du fait de sa plus grande obscurité et de son haut taux d'humidité: des conditions climatiques qui s'apparentent à celles d'une caverne. En général, le sous-sol accueille une sur-représentation de prédateurs comme les araignées, les mille-pattes et les cloportes. D'ailleurs, les araignées sont les arthropodes que l'on retrouve le plus souvent dans le sous-sol. Elles y tissent leur toile et se nourrissent des autres bestioles présentes.

Mais pourquoi les arthropodes se font-ils un malin plaisir à entrer chez nous? Eh bien, les lumières artificielles, le taux plus élevé de CO₂ ainsi que les déchets organiques ménagers semblent être les facteurs d'attraction les plus importants. Cependant, nos maisons agissent aussi comme des pièges. Une fois à l'intérieur, il est souvent difficile d'en trouver la sortie, surtout pour de si petits organismes. Finalement, nos habitudes de vie ont aussi un impact sur les bestioles qui s'installent chez nous. Nous pouvons les transporter sur nous lors de nos allées et venues à l'intérieur de la maison. Ainsi, nous jouons un rôle important dans leur emménagement chez nous.

Les arthropodes dans les maisons sont des bioindicateurs.

Éric Lucas, professeur à l'Université du Québec à Montréal

... QUI PEUVENT AVOIR LEURS AVANTAGES

De la même façon que les forêts sont essentielles pour purifier l'air, retenir l'eau des averses et produire le bois avec lequel nous bâtissons nos maisons, l'écosystème domestique a son importance. En écologie, l'utilité d'un écosystème est appelée «service écosystémique». Le plus évident des services apportés par les arthropodes des maisons est la prédation d'espèces potentiellement nuisibles. En effet, plusieurs arthropodes des maisons sont des prédateurs redoutables et leur présence peut empêcher d'autres arthropodes moins désirables de se multiplier. Comme l'affirme Éric Lucas, entomologiste et professeur à l'Université du Québec à Montréal, «la scutigère véloce [une espèce de mille-pattes fréquemment retrouvée dans les maisons], bien qu'elle soit impressionnante, est très utile, car elle est un bon prédateur des punaises de lits». Il en est de même pour les araignées, qui sont elles aussi d'excellents prédateurs. Comme l'explique Éric Lucas, «tous les arthropodes qui ont un régime alimentaire carnivore, tous les prédateurs, sont utiles. S'il y a une araignée tisseuse, c'est parce que des arthropodes passent par là et tombent dans sa toile». Si un arthropode vient et reste dans une maison, c'est donc qu'il y retrouve les conditions nécessaires à sa survie, qu'il s'agisse de proies, d'humidité, de cachettes, etc.

Ce n'est pas tout: les arthropodes peuvent aussi nous rendre des services plus subtils, en jouant par exemple le rôle de bioindicateur. Un organisme est un bioindicateur lorsque sa présence nous renseigne sur l'état du milieu dans lequel on le retrouve. Comme le dit Éric Lucas, «les arthropodes dans les maisons sont des bioindicateurs lorsqu'on les connaît un peu. Par exemple, s'il y a des fourmis charpentières, c'est parce qu'il y a du bois en train de pourrir quelque part». Ainsi, mieux connaître les arthropodes qui habitent avec nous peut nous permettre d'en apprendre plus sur l'état de nos maisons, notamment sur de potentiels problèmes d'humidité, de plomberies, etc.

De plus, comme mentionné dans un article publié en 2017 dans la revue Scientific Reports, l'asthme est associé à un manque d'exposition à de la diversité biologique, particulièrement celle des microbes, dont certains sont transmis par les arthropodes. En ce sens, il est possible que le contact avec une plus grande diversité d'arthropodes soit bénéfique pour la santé. Cela dit, tous les arthropodes ne sont pas bienvenus, et certains sont plutôt néfastes.

LES PUNAISES DE LIT

Elles foulent la terre depuis l'époque des dinosaures. Source de crainte, les punaises de lit ne sont pas des locataires particulièrement désirables. Les infestations de cette espèce dans nos maisons sont l'une des raisons principales pour lesquelles les gens traitent. Faisant partie de l'ordre des hémiptères, l'espèce de punaises la plus répandue est *Cimex lectularius*, que l'on retrouve partout autour du globe. Elles sont notamment connues pour être vectrices de maladies telles que l'hépatite B. Plusieurs autres maladies pourraient également leur être attribuables, se transmettant par leurs matières fécales ou encore par leurs piqûres. Heureusement, les punaises sont très peu répandues en Amérique du Nord.



PAS TOUJOURS SYMPATHIQUES?

Évidemment, nos maisons ne regorgent pas que d'arthropodes sans conséquences ni problématiques. Certains peuvent être la cause de transmission de maladies ou de la propagation d'allergènes, ou encore se montrer très importuns. Selon un article de Madden publié en 2016, certains arthropodes dispersent des organismes pathogènes et des microorganismes résistants aux antibiotiques dans les maisons en se déplaçant des excréments, des égouts ou encore de déchets vers nos sources de nourritures, nos lits ou notre propre corps. Ce problème touche particulièrement les pays pauvres ou en voie de développement. Plus près de nous, on peut compter dans la catégorie «nuisible» les fourmis charpentières et les termites, qui endommagent la structure des bâtiments, entre autres. Malgré le manque de données concernant les fourmis, on sait qu'aux États-Unis, les termites coûtent près de 1,8 milliard de dollars en traitements et réparations de structures chaque année. Il y a aussi les cochenilles et autres insectes piqueurs-suceurs qui s'attaquent et se nourrissent de nos plantes, provoquant surtout des dégâts collants ou de nature esthétique.

« Aux États-Unis, les termites coûtent près de 1,8 milliard de dollars en traitements et réparations de structures chaque année. »

En ce qui concerne les arthropodes pouvant poser un risque pour la santé, comme les punaises de lit, les moustiques ou les tiques et les puces que ramènent parfois les animaux, ils peuvent être vecteurs de maladies comme la maladie de Lyme ou le virus du Nil. Au Québec, entre 2010 et 2014, on recensait approximativement 22 000 ménages aux prises avec des infestations de punaises de lit (sans compter les hôtels, motels, refuges, etc.). On peut également inclure dans la liste des arthropodes nuisibles les insectes auxquels les gens sont parfois allergiques, tels que les abeilles, les guêpes, certains types de fourmis ou encore les arachnides tels que les acariens. De 1% à 3% de la population mondiale serait allergique à divers types de piqûres d'insectes. En moyenne, les piqûres d'insectes sont responsables du décès de 20 personnes par année en Ontario et d'environ 40 aux États-Unis. De ces décès, 80% des victimes étaient déjà affligées d'un problème cardiaque ou d'emphysème. Statistiquement, ces décès affectent également davantage les hommes que les femmes, et près de 8 fois sur 9, les victimes ont plus de 30 ans.



LA COCCINELLE ASIATIQUE

La coccinelle asiatique, ce joli petit insecte qui envahit parfois nos maisons à l'automne, a été introduite en Amérique du Nord volontairement à plusieurs occasions durant le 20^e siècle et détectée pour la première fois au Canada en 1994. Elle a été introduite afin de servir de moyen de lutte biologique contre les pucerons, petits insectes dont elles raffolent et ravageurs de beaucoup de cultures. Ces coccinelles viennent dans nos logis pour s'abriter du froid. En effet, si elles ne se réfugiaient pas dans nos maisons elles ne pourraient pas survivre aux hivers québécois. C'est pourquoi leur distribution au Québec s'arrête là où il n'y a plus de chalets chauffés l'hiver.

ET NOUS, EN TANT QUE LOCATAIRES?

Dans cette situation de cohabitation, nous sommes loin d'être les colataires les plus compréhensifs et les plus gentils! Beaucoup de gens croient que la présence d'un seul insecte dans leur salon est synonyme de problèmes, d'insalubrité ou d'infestation alors qu'en fait, il en est tout autre. Pourtant, aux États-Unis, près de 56% des ménages utilisent des insecticides dans leur maison. Selon Daniel Desmarais, professionnel de chez Rive-Nord Extermination, les gens font fréquemment appel aux services d'un exterminateur après n'avoir vu que quelques insectes, et parfois avant même d'en avoir vu un seul. Ils ne veulent pas risquer de voir

un insecte occuper même le coin le plus reculé de leur habitation. La plupart du temps, il n'y a rien de pertinent à faire. Les clients sont souvent invités à attendre qu'il y ait un plus gros problème avant de traiter sérieusement. Un client récalcitrant sera orienté en premier vers des méthodes manuelles et physiques pour se débarrasser de cette «nuisance» visuelle. On parle ici surtout de simplement écraser les insectes en vue ou encore de les sortir de la maison. Si un produit doit impérativement être utilisé, un produit disponible en vente libre sera souvent recommandé, mais toujours pas de traitement chimique d'envergure. «Ton meilleur pesticide, c'est celui entre tes deux oreilles», nous explique M. Desmarais.

LE «LUXURY EFFECT»

Le concept du «luxury effect» décrit le lien qui peut être observé entre l'augmentation de la biodiversité en fonction de la richesse économique du quartier dans lequel on se trouve. Et oui, les quartiers plus aisés semblent, entre autres, bénéficier d'une plus grande richesse d'espèces de plantes et d'oiseaux. D'ailleurs, il semblerait que cet effet se fasse aussi sentir jusqu'à l'intérieur de nos maisons. Effectivement, Misha Leong et son équipe ont pu tirer cette conclusion à la suite d'une étude menée dans plus de 50 maisons. Il semblerait que la taille de la maison, la végétation qui l'entoure ainsi que les revenus moyens du quartier soient les facteurs qui influencent le plus la biodiversité d'arthropodes présente dans ces maisons. Comme quoi les aspects socio-économiques régissent aussi qui se retrouve chez nous.

« Si l'exterminateur, je [devais le comparer] à un médecin, il y aurait plein de gens qui nous appelle[raient] parce qu'ils se sont googlés un cancer. »

Daniel Desmarais, exterminateur

MIEUX VAUT PRÉVENIR QUE GUÉRIR?

Les premières solutions qui nous viennent en tête lorsque l'on pense à un problème d'insectes sont bien souvent chimiques, qu'il s'agisse de petits pièges à fourmis ou encore de produits à vaporiser. Ces produits sont disponibles dans toutes sortes de magasins. Au Québec, les pesticides et autres produits de contrôle de la vermine sont catégorisés en fonction de leur dangerosité. Les plus dangereux, accessibles seulement aux professionnels formés, sont classés numéro 1. Monsieur et madame Tout-le-monde n'ont accès qu'aux produits de classe 5 en vente libre, et à certains produits sous clé derrière les comptoirs de classe 4. Chaque année au Québec, plus de 2500 cas d'intoxications par pesticides sont rapportés au Centre Antipoison, dont près de 50% impliquant des enfants. Les produits impliqués se vendent librement dans les quincailleries et un peu partout. On peut donc imaginer que les produits de classes supérieures, qui doivent être appliqués par des professionnels bien équipés, comportent probablement davantage de risques. On sait notamment que l'exposition à certains pesticides est liée à certains types de cancer et à la maladie de Parkinson. Très peu d'insectes présents dans nos maisons représentent un danger équivalant à celui de ces produits chimiques. Comme nous l'a expliqué M. Lucas, «il y a presque toujours des façons de faire qui ne nécessitent pas de pesticide. Si l'on doit utiliser des pesticides, ça devrait être seulement de façon ponctuelle et ciblée». Il est donc possible que les insectes soient une source de problèmes dans nos maisons, mais ces désagréments, lorsque nous cherchons quelle stratégie adopter pour les éliminer, devraient être comparés aux effets potentiellement dangereux reconnus aux pesticides lors du processus de décision.

VIVRE ET LAISSER VIVRE

En sachant tout cela, nous devrions nous poser la question: qu'est-ce qu'une nuisance? Comme nous l'explique Éric Lucas, «la notion d'insecte nuisible est complètement subjective. Certaines personnes ont besoin d'une propreté totale. Il y a un certain travail d'éducation à faire auprès des gens». Cependant, même si certains problèmes liés à ces insectes peuvent sembler très graves et frustrants, il ne s'agit pas de situations communes. Néanmoins, avec l'augmentation de la température, il y a fort à parier que nous observerons davantage d'insectes dans nos maisons, qu'ils soient nouveaux dans le voisinage ou non. On peut déjà observer une forte montée (jusqu'à 100 km) de certaines espèces vers le nord à la suite d'une augmentation de seulement 1 degré de la température, ou encore les observer plus tôt et plus longtemps durant l'année. Avec ces changements, il est donc possible que nos maisons accueillent un peu plus de ces locataires discrets. Cette guerre que l'on mène contre les arthropodes a-t-elle finalement toujours la même issue? Et est-elle complètement nécessaire? Comme nous l'a mentionné Éric Lucas en entrevue, «les insectes ne font simplement qu'être là. Ils vivent leurs vies tranquilles et ne sont nuisibles en rien dans l'immense majorité des cas.» Une simple application du proverbe «vivre et laisser vivre» serait donc finalement la solution idéale pour tous et chacun. Après tout, ces locataires cohabitent avec nous depuis des lustres et sont là pour rester.

Merci à nos partenaires,
commanditaires et nos juges
pour la réalisation de la revue
Le Point Biologique volume 15

UQÀM | **Faculté des sciences**
Université du Québec à Montréal

UQÀM | **Département des sciences
biologiques**



Crédits des images

1^{ère} de couverture: Photo de Gabriel Leblanc

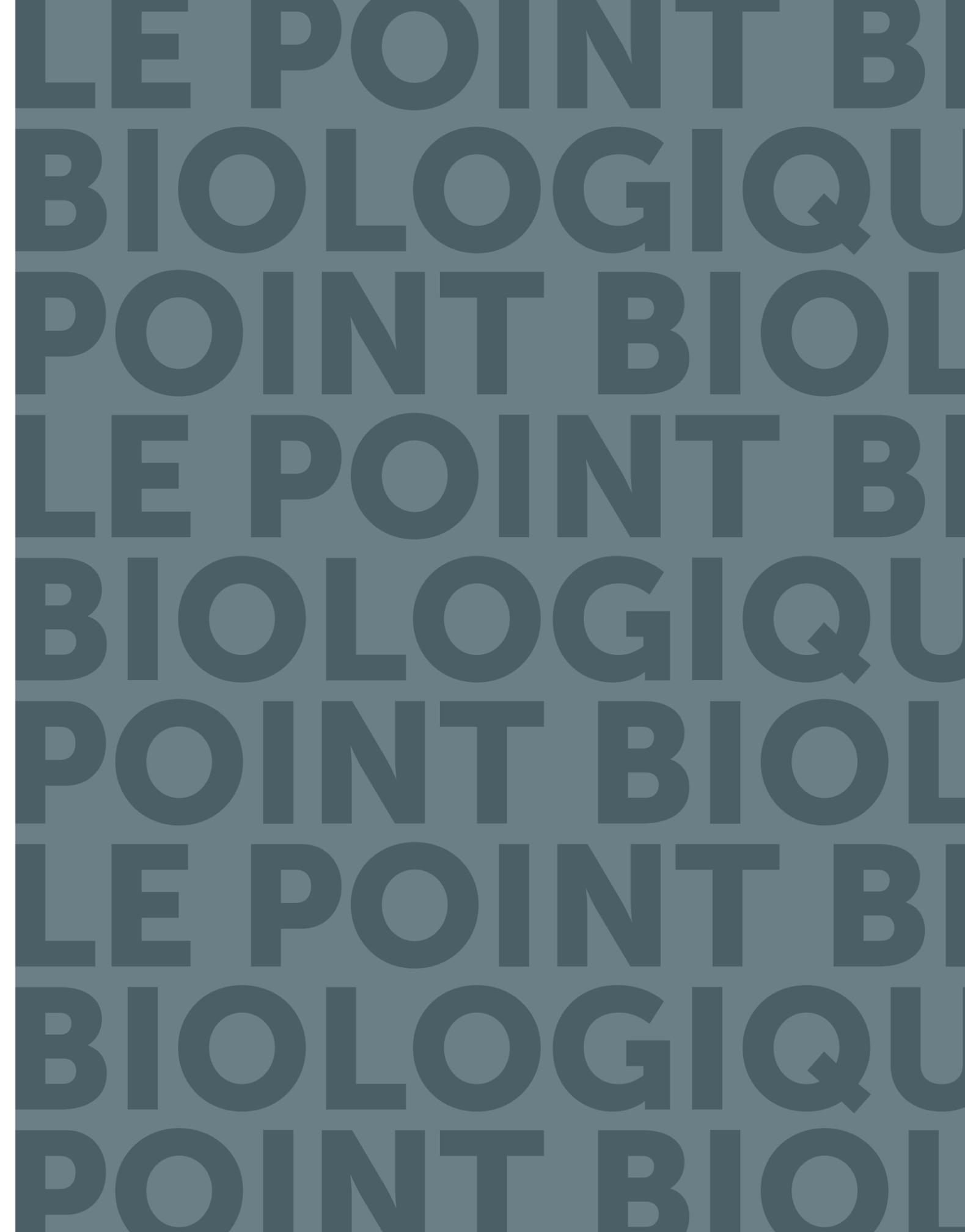
p.28: Photo de Nature Fibres

p.49: Photo de Marc Amyot

p.54: Graphique adapté de Bertone
et al 2016 doi: 10.7717/peerj.1582

p.56: Figure adaptée de Leong et al 2017
doi: 10.1038/s41598-017-15584-2

4^e de couverture: Photo de Philippe Guernier





Le baccalauréat en Biologie en apprentissage par problèmes

Approche pédagogique novatrice qui met l'accent sur l'étudiant et les besoins de formation de demain

Classe d'environ 12 étudiants(es) accompagnés d'un tuteur

Premier cours à notre centre écologique de Saint-Michel-des-Saints

Équipe dynamique et professeurs réputés

Stage de recherche et/ou stage en entreprise et/ou en enseignement

Préparation aux cycles d'études supérieures

Possibilité de stage à l'étranger

Choix de trois axes pour la troisième année:

Biologie moléculaire et biotechnologie,
Toxicologie et santé
environnementale et Écologie

**Pour plus d'information,
communiquez avec
le module de biologie**

2080, rue St-Urbain, SB-R810

514-987-3654

moduledebiologie@uqam.ca

<https://lepointbiologique.wordpress.com/>