

LE POINT BIOLOGIQUE

Volume 8 avril 2014

Présenté par les finissant(e)s du baccalauréat en
biologie par apprentissage par problèmes de l'UQAM

L'homosexualité

PÉCHÉ CAPITAL ou fruit de la
SÉLECTION NATURELLE ?

La ruche de L'ESPOIR

Le côté NOIR de la viande ROUGE

La cigale : véritable machine de
guerre contre les bactéries

Les rainettes déchantent

La guerre aux petits fruits : la
drosophile à ailes tachetées attaque !

LE POINT BIOLOGIQUE

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

141 Président-Kennedy, local SB-R231
Téléphone : 514-987-3000 poste 4152
Courriel : reebuqam@gmail.com

Rédactrice en chef :
Joannie Lemaire

Rédacteur adjoint et trésorier :
Stéphane Barriault

Comité de coordination :
Andréanne Lavallée et Stéphanie Potvin

Auteur(e)s :
Hassen Allegue, Stéphane Barriault, Marc-Olivier Beausoleil, Catherine Bélanger, Marie-Ève Boivin, Lucie Chiappelli, Katheri Deschamps, Steve Farvacque, Cassandra Fleuristal, Nicolas Gagnon, Jonathan Lachance, Alexandre Langlais Bourassa, Andréanne Lavallée, Cédric Lejeune, Krystal Marinier-Sorel, Nicolas Morrissette, Marie-Ève Perras-Lortie, Stéphanie Potvin, Valérie René, Émilie Rivest, Valérie Tchang et Philippe Voyer

Comité de sélection :
Beatrix Beisner, Julien Céré, Geneviève Grenier, Virginie Marcinek, Catherine Mounier, Pedro Peres-Neto, Élise Smedbol, Stéphanie Tessier et Jonathan Verreault

Révision linguistique/correction :
Annick Antaya, Marie-Ève Perras-Lortie, Valérie René et Valérie Tchang

Graphisme et mise en page :
Marc-Olivier Beausoleil

Lancement :
Alexandre L. Bourassa, Claudie Carpentier et Christina Page

Encadrement professoral :
Catherine Mounier et Pedro Peres-Neto

Autres collaborateur(trice)s :
Lucie Bousquet, Diane Careau, Benjamin J. Allard, Christophe Jenkins, Édith Lagacé et Michel Tremblay

Impression :
Repro-UQAM

ISSN : 1913-2697

Les textes publiés dans cette revue peuvent être reproduits, copiés, distribués ou modifiés pourvu que l'on fasse mention de la source. Par contre, les images ne peuvent pas être reproduites ou redistribuées.

Copyright Avril 2014

Pour rejoindre l'équipe de la revue :
pointbiologique2014@gmail.com

En couverture :

The Gaze from Within (détail), Série Micro paysages, image cultivée à partir du microbiote d'un nombril féminin, 24" circulaire. © Gunes-Hélène Isitan 2014 www.gunesisitan.com

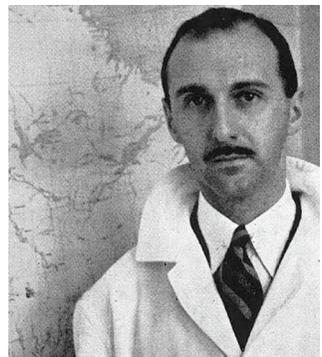
Les œuvres de la série Micro paysages, fusion d'art biologique et de photographie, sont créées à partir du potentiel biologique de la pellicule photo en contact avec le vivant. De cette façon, l'artiste fait « pousser » une image sur son négatif, plutôt que de « prendre » une photo.

En entrelaçant ainsi son processus créatif avec les outils et techniques propres au laboratoire scientifique, elle obtient une trace tout à fait unique de la réalité : celle d'une empreinte organique vivante. Ces images, à la fois trace de leurs sujets à travers le temps et à la fois fragment de ceux-ci, présentent notre réalité sous une perspective volontairement inhabituelle. L'artiste nous invite ainsi à découvrir un monde à la limite du perceptible, celui des micro-organismes, et à constater la relation symbiotique que l'on entretient avec eux. Elle espère ainsi inciter les gens à réévaluer non seulement ce qu'être humain implique réellement, mais aussi à reconsidérer sérieusement le statut des agents non-humain.

L'artiste convie ceux intéressés par une collaboration art/science à la contacter : art@gunesisitan.com

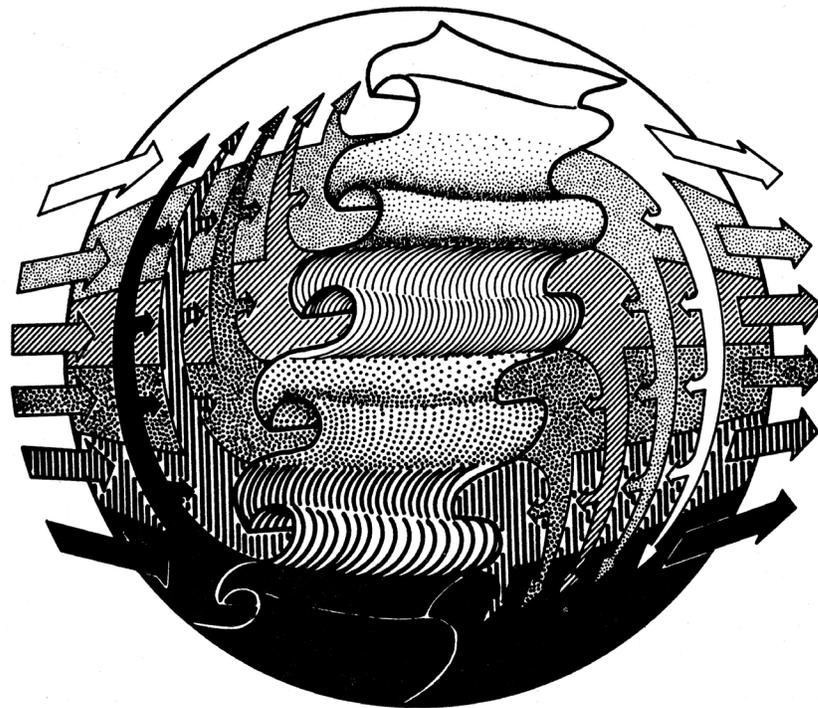
« L'hypothèse de travail et l'inspiration de l'artiste, c'est la même chose, on se rejoint sur ce terrain-là. Nous avons grand besoin des artistes. Une des preuves récentes, c'est la production par un artiste du film L'Erreur boréale [1999]. Il y a longtemps que je dis tout ce qu'on dit dans L'Erreur boréale. Mais je ne suis qu'un scientifique... On l'a dit beaucoup mieux que moi par l'image, par la poésie. L'approche interdisciplinaire est importante »

— Allocution de Pierre Dansereau à l'UQAR 2002



© Division des archives de l'Université de Montréal

Pierre Dansereau (1911-2011)



© Dansereau, P.M., 1973. *Inscape and landscape* : Canadian Broadcasting Corporation

Boule-de-flèches

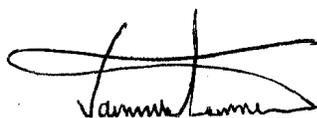
Ce schéma représente la projection, sur six niveaux trophiques, de l'énergie circulant dans un écosystème, de l'apport de la matière en la fournissant ou en la réinvestissant dans les différents niveaux et les flux d'énergie et de matière entre les écosystèmes. En intégrant les niveaux d'investissement et de contrôle, dans sa « boule-de-flèches », Pierre Dansereau a permis d'intégrer l'homme dans une vision écosystémique plus large ou comme il le disait, une « écologie humaine ».

*Dansereau, *Inscape and landscape*, 1973*

MOT DE L'ÉDITRICE

Ce fut vraiment toute une aventure ! Mais, surtout un honneur d'avoir pu contribuer à cette 8^e édition du magazine *Le Point biologique* et ainsi de pouvoir mettre en valeur l'ingéniosité des étudiant(e)s du baccalauréat en biologie en apprentissage par problèmes dont je suis si fière. Ça n'a pas été toujours facile, mais quand on travaille en équipe on peut arriver au bout de tout ! Je tiens à remercier personnellement tous les membres de l'équipe pour leur bon travail, mais également Édith Lagacé, l'éditrice en chef de la 7^e édition du magazine *Le Point biologique*. Elle m'a apporté un soutien incroyable et a grandement facilité la transmission du flambeau à nous, qui prenions la relève. J'espère pouvoir en faire autant pour la prochaine génération, perpétuant ainsi ce beau projet, puisse-t-il exister encore longtemps.

Parce que *Le Point biologique* représente pour nous plus qu'un recueil des meilleurs articles de vulgarisation scientifique rédigés par les finissant(e)s de notre cohorte, c'est notre façon de partager avec vous cette passion que nous avons pour cette science qu'est la biologie et qui fait notre fierté. Je ne connais rien de plus gratifiant que de pouvoir vivre pleinement sa passion et de la partager avec le plus de gens possible, ouvrant la voie un mélange d'idées et de modes de pensées qui permettent à notre société de grandir et d'évoluer.



Joannie Lemaire, *rédactrice en chef*



© Christophe Jenkins

Équipe du magazine *Le Point biologique* de la 8^e édition

Arrière, gauche à droite :

Joannie Lemaire, Stéphanie Potvin, Valérie Tchang, Stéphane Barriault, Christina Page

Avant, gauche à droite :

Annick Antaya, Andréanne Lavallée, Alexandre L. Bourassa, Valérie René, Marc-Olivier Beausoleil



© Narelle Power



© Mmemmichi



© Miranda Eisby



© Gustave Courbet



© Marc-Olivier Beausoleil



© David Blakie

LE POINT BIOLOGIQUE

SOMMAIRE

La cigale : véritable machine de guerre contre les bactéries	3
Le côté noir de la viande rouge	7
La guerre aux petits fruits : la drosophile à ailes tachetées attaque!	12
L'homosexualité : péché capital ou fruit de la sélection naturelle ?	17
Les rainettes déchantent	22
La ruche de l'espoir	26



© Narelle Power

LA CIGALE :

véritable machine de guerre contre les bactéries

Par
**Catherine Bélanger, Jonathan Lachance,
Krystel Marinier-Sorel et Émilie Rivest**

Une personne sur trois qui contracte une infection à staphylocoque doré durant une implantation chirurgicale en meurt. De plus, selon le gouvernement du Québec, « Entre 80 000 et 90 000 patients qui se présentent à l'hôpital par année sont atteints d'infections nosocomiales, dont certaines sont responsables de taux de mortalité pouvant atteindre les 10 % ». Ces infections coûtent des millions de dollars par année aux citoyens québécois. La solution à ces problèmes de santé pourrait se trouver dans le biomimétisme...

QU'EST-CE QUE LE BIOMIMÉTISME ?

Le biomimétisme est une méthode qui consiste à s'inspirer de la nature pour développer et améliorer des matériaux technologiques. En effet, le monde naturel s'est adapté, a évolué et s'est perfectionné jusqu'à l'obtention de systèmes extrêmement fonctionnels. Quoi de mieux comme inspiration que les ailes d'une cigale pour lutter contre certaines maladies ?

LA LUTTE AUX BACTÉRIES DANS NOS HÔPITAUX

Notre monde n'est pas à l'abri des différentes infections et maladies qui peuvent être transmises d'humain à humain dans les différents lieux publics. Ce sont les établissements de santé, comme les hôpitaux, qui sont les plus touchés, mais aussi les endroits très fréquentés comme les métros et autobus des grandes villes comme Montréal. Dans les transports en

Le biomimétisme en image

1. Le martin-pêcheur peut entrer dans l'eau à grande vitesse sans aucune éclaboussure, et ce, grâce à son bec effilé. Le train à grande vitesse (TGV) l'imité afin de pouvoir passer dans les tunnels sans créer d'explosion sonore due au changement de la densité de l'air.

2. Des ingénieurs se sont inspirés des propriétés autonettoyantes des feuilles de lotus en créant une peinture qui, en séchant, forme plusieurs petites bosses qui sont imperméables et qui repoussent ainsi facilement la saleté.

3. Les pales des éoliennes ont été conçues à partir des nageoires des baleines à bosse pour les effets hydrodynamiques de celles-ci. Ce concept permet à l'éolienne de tourner plus facilement et de réduire le bruit.





© carevox.fr / bioweb.uwax.e / upload.wikimedia.org

Les cercles dans l'image montrent quelques microbes que l'on peut retrouver dans les transports en commun. Ceux qui ont été observés en plus grande quantité sont *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus* dans l'ordre de l'image.

commun, les gens s'agrippent aux poteaux et autres dispositifs de sécurité mis à leur disposition. Parmi ces gens, certains peuvent être porteurs de virus ou d'infections transmissibles et déposer, sans le savoir, des microbes très dangereux sur leur passage. Le fait de mettre nos mains aux mêmes endroits nous confronte à cette réalité. La même chose se produit dans les hôpitaux. Une personne qui reçoit des traitements qui affaiblissent le système immunitaire, comme la chimiothérapie, est plus à risque qu'une personne saine qui se présente seulement pour une visite de routine. De plus, le nombre de virus ou d'infections pouvant être contracté est plus élevé dans un hôpital du fait que les gens s'y trouvant sont atteints de différentes maladies.

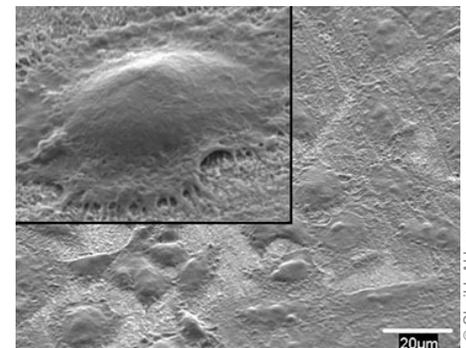
Dans les établissements de santé, certaines bactéries qui sont à l'origine d'infections nosocomiales, c'est-à-dire des maladies que l'on contracte à l'hôpital, sont particulièrement préoccupantes. Durant les dernières années, le ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec a mis en place des systèmes de surveillance

pour trois types de souches bactériennes, soit le SARM (*Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline), les ERV (Entérocoques résistants à la vancomycine) et la C. difficile (*Clostridium difficile*). Il existe déjà des programmes de prévention et de contrôle des infections transmissibles dans les différents établissements de santé au Québec tels que les CHSLD (Centres d'hébergement & de soins de longue durée). Par contre, ces programmes ne suffisent pas. Les infections nosocomiales coûtent plus de 180 millions de dollars par année à la société québécoise et 10 % des patients infectés en meurent. Une des solutions envisageables serait de produire une surface antibactérienne. Impossible? Voyons comment la cigale peut nous aider.

COMPRENDRE LE PROBLÈME POUR MIEUX LE RÉSOUDRE !

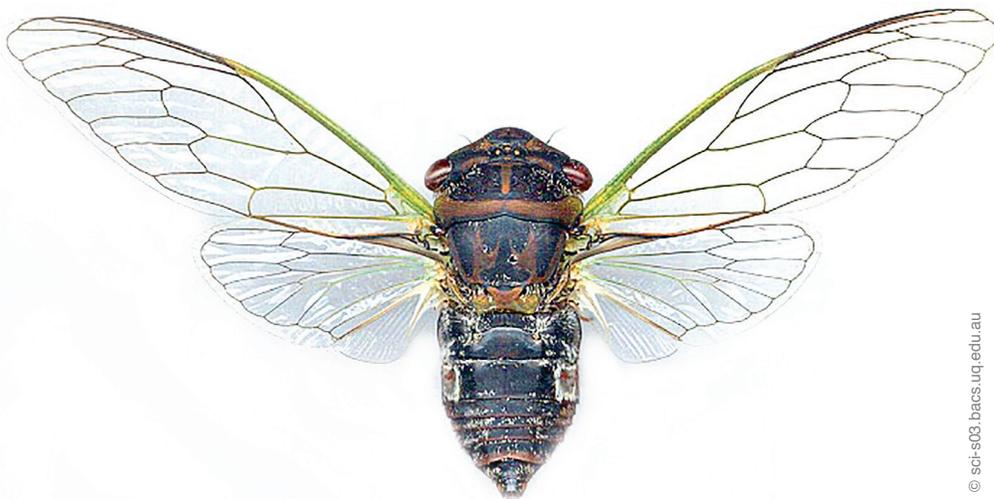
L'incroyable découverte des grands atouts des ailes des cigales découle d'une longue suite d'événements. Tout a commencé avec les recherches du Dr John Cunningham, chirurgien orthopédique à l'hôpital Royal Melbourne en Australie, sur les implants chirurgicaux en titane. Ces implants sont un autre aspect important qui doit aussi être pris en compte lorsque l'on pense aux microorganismes. De nos jours, les chirurgiens orthopédiques réalisent des miracles pendant les opérations. Ils privilégient des implants qui sont fabriqués en titane, puisque ce matériau a comme propriété d'être généralement accepté

par le corps humain, en plus d'être léger et robuste. Malgré toutes les précautions de stérilisation et d'hygiène qui sont prises, il y a 2 % de risques d'infection bactérienne mortelle suite à une pose d'implant. C'est malheureusement ce qui arrive chez un patient sur trois, même avec l'injection d'antibiotiques. Le *Staphylococcus aureus*, aussi appelé de façon plus familière le « Staphylocoque doré », est la bactérie responsable de cette mortalité. Cette bactérie, inoffensive lorsqu'on la retrouve sur la peau, peut devenir très dangereuse si elle entre en contact avec les fluides et organes internes lors d'une intervention chirurgicale. Le problème est qu'elle s'attache facilement à la surface du titane des implants à cause des rainures qui favorisent la prolifération bactérienne. Effectivement, ces rainures forment de petits vallons qui leur permettent ainsi de s'agripper et de s'accumuler. Les chercheurs spécialisés veulent éliminer les rainures et créer des surfaces lisses antibactériennes pour les implants chirurgicaux. Il faut donc trouver une surface résistante aux bactéries, mais qui demeure compatible avec les cellules du corps humain.



© Sheikh Akbar

Il s'agit d'une surface de titane sur laquelle des bactéries ont réussi à proliférer en aussi peu que 15 heures. La surface du titane n'est pas parfaitement lisse et a permis aux bactéries de s'y accrocher et de produire un biofilm protecteur (encadré noir).



© sci-s03.bacs.uq.edu.au

Afin de résoudre le problème des infections par les implants chirurgicaux de titane, les professeurs de l'Université des technologies de Swinburne, le chimiste des surfaces Russell Crawford et la microbiologiste Elena Ivanova, ont commencé à travailler ensemble afin de modifier la surface du titane. Les deux chercheurs concluent que les compagnies d'implants

médicales commettraient une erreur en produisant des surfaces plus lisses en évitant les rainures. En effet, lorsque la surface est lisse, les bactéries produisent une substance leur permettant de s'y fixer, le biofilm. Lorsque plusieurs couches de cette substance collante sont produites, il est quasiment impossible d'éliminer les bactéries. Un autre aspect important que les chercheurs ont conclu est que la surface des implants doit être résistante à l'eau comme celle des feuilles de lotus, puisque les bactéries ont la faculté de flotter. Ils s'en sont inspirés pour imaginer une surface antibactérienne sur laquelle les bactéries ne pourraient pas s'accrocher.

Par la suite, les deux chercheurs ont trouvé une méthode leur permettant de reconfigurer, à l'aide de lasers, la surface du titane de façon similaire à celle des feuilles de lotus. Suite à plusieurs tests, les résultats obtenus étaient encourageants. Les bactéries en forme de bâtonnets étaient enlevées avec l'eau, mais les bactéries les plus dangereuses restaient sur la surface des implants. Encore pire, les Staphylocoques dorés étaient plus attirés par la surface modifiée que par la surface d'origine. Il fallait donc trouver une nouvelle surface naturelle à imiter.

LA GRANDE HISTOIRE DE LA DÉCOUVERTE DES PROPRIÉTÉS DE LA CIGALE

Cette structure tant recherchée a été découverte de façon inattendue lors d'une randonnée du Dr Gregory Watson, un nanoscientifique de l'Université James Cook. Celui-ci avait remarqué que les ailes des cigales Clanger (*Psaltoda claripennis*) ne reflétaient pas la lumière. Il a donc apporté quelques spécimens à son laboratoire afin d'analyser la structure de leurs ailes. Il a découvert que la microstructure était constituée de plusieurs petits piliers responsables de leur propriété antireflet. Le Dr Watson a confirmé que les ailes des cigales avaient des propriétés très imperméables.

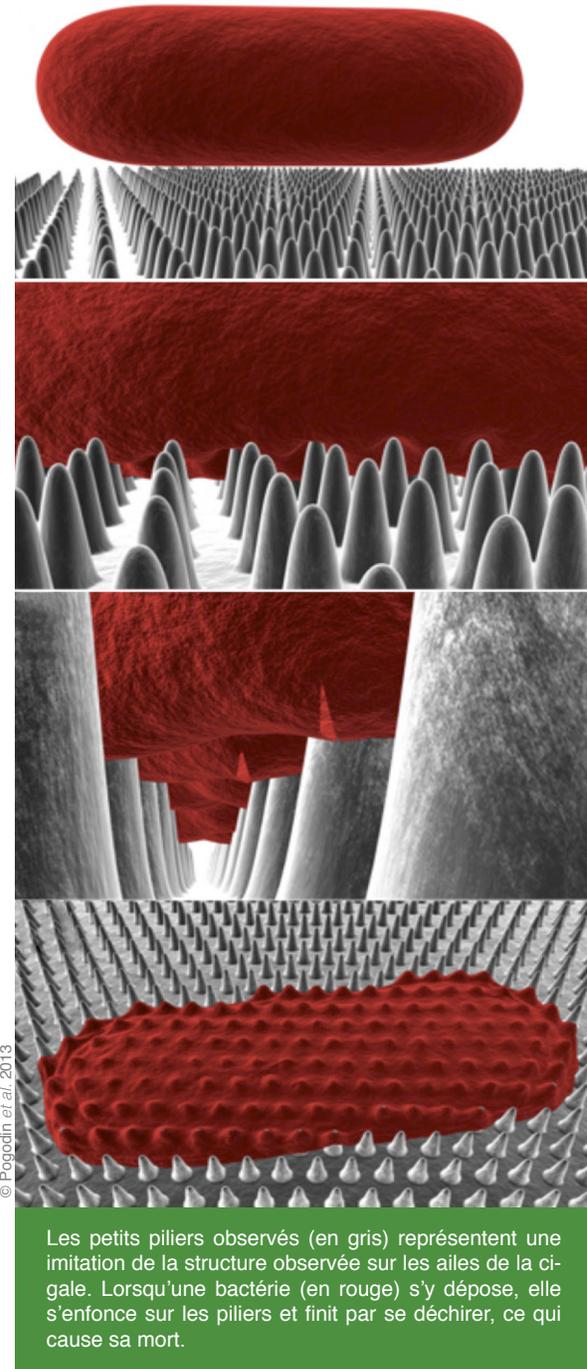
Dans la nature, la cigale et plusieurs au-

tres espèces d'insectes, se servent de cette propriété pour l'autonettoyage. Tel que mentionné par l'entomologiste Timothy T. Work de l'Université du Québec à Montréal : « Il est normal que tous les insectes aient cette propriété autonettoyante. Effectivement, les insectes sont recouverts d'une couche de cire imperméable ». La cire présente sur les ailes permet aux gouttelettes d'eau de rouler et de s'agglomérer sur la surface, ce qui permet de nettoyer les ailes. Il a d'ailleurs été observé que la propriété autonettoyante permettait aux insectes de se débarrasser des résidus comme le pollen.



Les gouttelettes observées sur cette cigale sont dues à la présence de la couche de cire imperméable. Elles permettent à cette dernière de s'autonettoyer lorsque l'eau ruisselle sur son corps.

Après avoir découvert la propriété imperméable des ailes de la cigale, le Dr Watson a remarqué que les petites structures situées sur leurs ailes étaient minces, pointues et aiguës comme un couteau. C'est par la suite que la professeure Ivanova s'est demandé ce qui arriverait aux bactéries déposées sur la surface des ailes de l'insecte. L'hypothèse proposée était que les bactéries soient repoussées de la surface de la même manière que l'eau. Cependant, ce fut l'opposé, encore une fois, qui a été démontré par cette expérience. Les bactéries ont proliféré sur l'aile, mais étonnamment, celles-ci ont été confrontées à quelques problèmes... En effet, les membranes des bactéries se sont déchirées lors de leur croissance et de leur multiplication à cause des petits piliers sur l'aile, tels que présentées à la figure ci-contre, ce qui a provoqué la mort de la totalité d'entre elles. Eurêka! Mais le bonheur n'a duré qu'un bref instant, car le *Staphylococcus aureus* a survécu sur la surface remplie de couteaux miniatures!



Les petits piliers observés (en gris) représentent une imitation de la structure observée sur les ailes de la cigale. Lorsqu'une bactérie (en rouge) s'y dépose, elle s'enfoncé sur les piliers et finit par se déchirer, ce qui cause sa mort.

EN QUOI LES AILES POURRAIENT-ELLES ÊTRE LA SOLUTION ?

Évidemment, la possibilité de produire une surface qui ne permet pas la prolifération des bactéries comporte de sérieux avantages. Dans les lieux publics, les rampes de soutien, les poignées de porte et même les surfaces des toilettes pour-

raient, dans un monde idéal, être exempts de bactéries dangereuses. Une solution utopique serait d'incorporer les microstructures des ailes de la cigale dans un type de peinture afin que les bactéries puissent coloniser un minimum de surfaces, un peu comme il est possible de le faire avec la microstructure du lotus, tel que mentionné précédemment. Cependant, la fabrication d'une surface antibactérienne nécessite l'utilisation de techniques de laboratoire très poussées et ne permet la transformation que de certains métaux.

Les merveilleuses cigales !



© gvcocks.homeip.net

Cet insecte est la cigale *Psaltoda claripennis*. Ce sont ses ailes qui intéressent les scientifiques pour leurs propriétés antimicrobiennes.

Au Québec, il est possible de retrouver seulement deux espèces de cigale dans votre cour : les cigales ridée et caniculaire. Les cigales sont des insectes arboricoles. Elles se nourrissent de sève en perçant l'écorce, ce qui peut améliorer la croissance de vos arbres.

Le cycle de vie de la cigale commence lors de la ponte des œufs. Les femelles déposent les œufs dans l'écorce d'une jeune tige d'arbre. Suite à l'émergence des larves, celles-ci creusent jusqu'aux racines de l'arbre. De là, elles se nourrissent et croissent pendant 2 à 5 ans. C'est alors que les adultes émergent et peuvent se reproduire. Les mâles se mettent alors à chanter pour attirer les femelles. Leur chant est produit grâce à un petit tambour situé sur l'abdomen. C'est ce que vous entendez lors de chaudes journées d'été.

Mais quel beau chant d'amour !

ENCORE LOIN DU BUT...

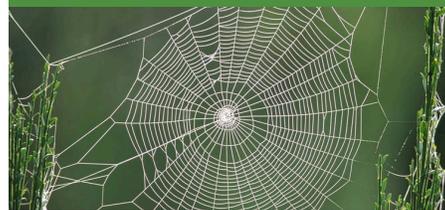
Malgré tous les avantages qu'apporterait une surface antibactérienne, certains autres aspects doivent être évalués avant que son utilisation soit possible.

C'est sur ces aspects que la professeure en génie chimique de l'Université McGill, Anne-Marie Kietzig, nous éclaire. En premier lieu, il faut savoir que le biomimétisme au niveau moléculaire est un processus très complexe pour plusieurs raisons. D'abord, contrairement à ce qu'il est possible de faire en laboratoire, la nature est très difficilement imitable à cause de son irrégularité. Or, avec la technique utilisée en laboratoire pour répéter la nanostructure désirée, il faut que la construction soit régulière. Pour ce faire, c'est un motif représentant une moyenne de ce qui est retrouvé dans la nature qui est reproduit en laboratoire. Parfois, de telles altérations au motif naturel peuvent atténuer l'effet désiré, ou encore, le motif peut fonctionner seulement sur de très petites surfaces. Un autre aspect important est le compromis qui se situe entre la durabilité de la surface, le coût de production et le temps de production. En effet, la nanostructure présente sur la surface doit être assez résistante aux impacts ou aux contacts d'autres objets. Ensuite, le coût de production ne doit pas être trop élevé, surtout si la surface doit être remplacée à un certain moment. Le temps de production compte pour beaucoup et influence le coût de production. En effet, même si la nanostructure des ailes de la cigale a été reproduite en laboratoire, il faut savoir que la surface produite était de 3 mm² et qu'il a fallu plusieurs jours pour la produire. Or, pour une production à plus grande échelle, il faudrait s'assurer que la production soit plus efficace. Finalement, il faut s'assurer que la demande pour le produit soit présente. En effet, tant que la demande n'est pas suffisamment élevée, il n'est pas profitable de produire la nanostructure.

LA LIBELLULE, UNE MEILLEURE OPTION ?

Comme les ailes des cigales ne sont pas résistantes aux *Staphylococcus aureus*, les chercheurs ont tenté de trouver d'autres surfaces ayant cette faculté. Le Dr Watson avait également pris le temps d'examiner les ailes de libellules. Celles-ci sont constituées de plusieurs piliers de formes et de grosseurs différentes dis-

La recette secrète du fil d'araignée



© dailylgeekshow.com

Depuis plusieurs années, des chercheurs à travers le monde sont à la recherche d'une méthode pour imiter la composition de la toile d'araignée. Cette dernière possède les propriétés de divers matériaux industriels. Parmi les plus impressionnantes, on retrouve une résistance cinq fois plus grande que l'acier, une souplesse deux fois plus grande que le nylon tout en étant un des matériaux les plus légers connus. Encore plus surprenant, ce fil est si léger qu'il n'en faudrait que 320 grammes pour faire le tour de la terre entière !

Malheureusement, malgré tous leurs efforts, aucun laboratoire n'est encore parvenu à reproduire la recette du fil que l'araignée garde si bien cachée...

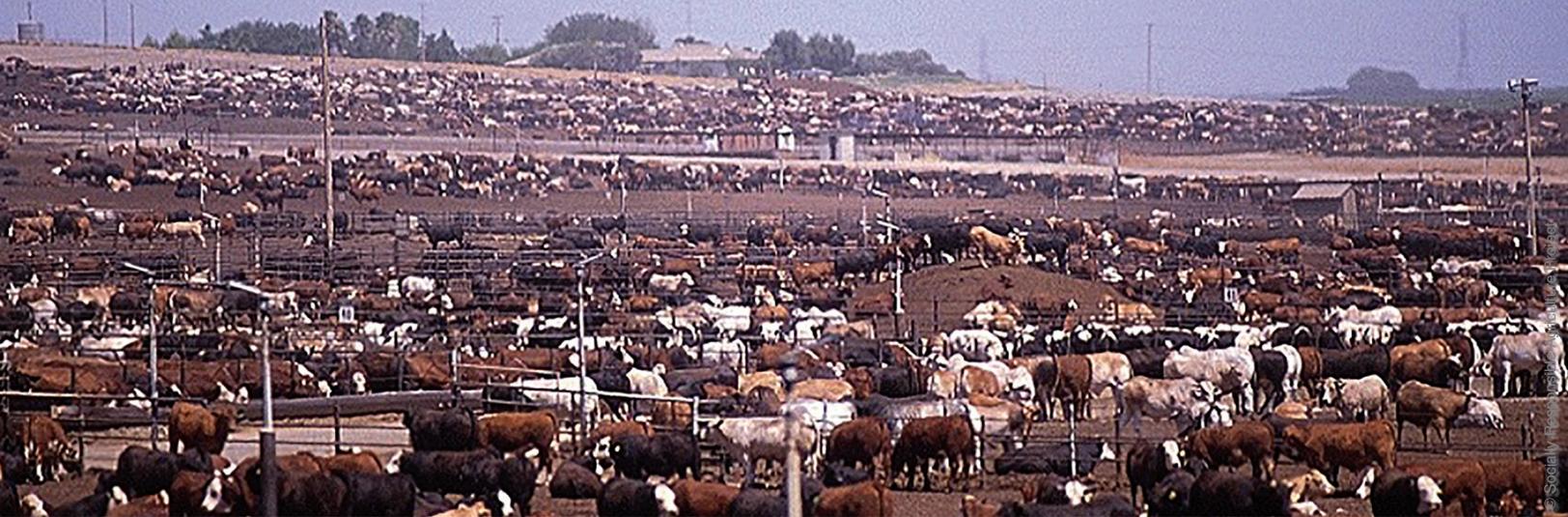
posés aléatoirement. La conformation particulière des ailes des libellules permet ainsi de déchiqueter tous les types de bactérie. L'aspect le plus extraordinaire est que cette conformation peut éradiquer le *Staphylococcus aureus*, tel que testé par le Dr Crawford et la microbiologiste Elena Ivanova. De ce fait, les ailes des libellules pourraient permettre le développement de surfaces adéquates pour les implants. Malheureusement, cette surface n'a pas encore été reproduite en laboratoire, contrairement à la surface retrouvée sur les ailes de la cigale.

Seulement une petite fraction des possibilités qu'offre le biomimétisme a été explorée jusqu'à présent. La nature peut encore nous inspirer pour une multitude de solutions qui répondraient à différentes problématiques dans notre société. Deux choses nous arrêtent encore, la limite de la technologie actuelle et notre compréhension incomplète des mécanismes irréguliers naturels.

Qui sait ce que la nature nous apprendra encore... Gardons l'œil ouvert ! ■



© Clément Jourdeuil



Le côté NOIR de la viande ROUGE

Du pâturage... à votre assiette

Par
*Marie-Ève Boivin, Lucie Chiappelli et
Nicolas Gagnon*

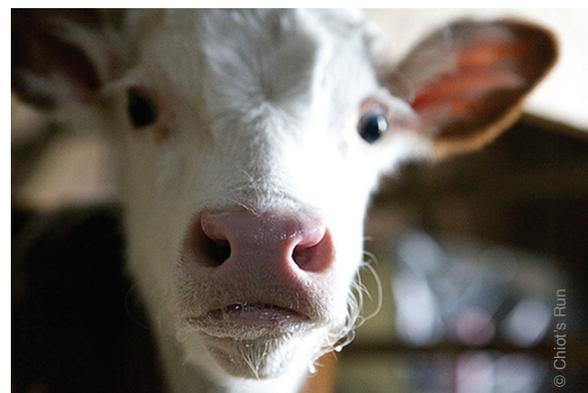
La viande rouge fait partie de notre alimentation depuis longtemps. L'élevage du bétail, en réponse à l'accroissement de la population et à la demande, s'industrialise de plus en plus. Cependant, sait-on vraiment comment celle-ci est produite, d'où elle vient, quels sont ses effets sur notre santé et sur l'environnement ?

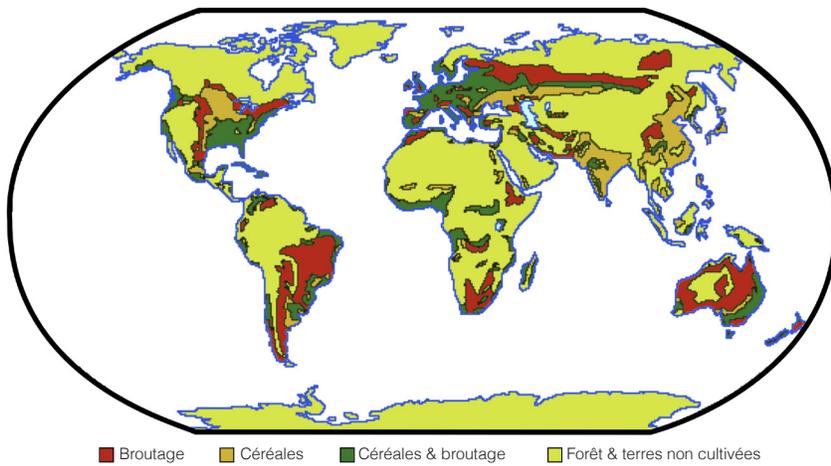
L'INDUSTRIALISATION DE L'ÉLEVAGE : UN IMPACT NÉGATIF SUR L'ENVIRONNEMENT

L'élevage intensif requiert de très grandes quantités d'eau et de terres agricoles

La croissance effrénée de la population humaine fait augmenter la demande en nourriture et le marché de la viande bovine suit cette tendance, surtout dans les pays en développement. Cette demande grandissante conduit souvent à l'industrialisation de l'élevage qui permet d'économiser de l'argent et des ressources, mais entraîne aussi un lot de problèmes. Par exemple, l'élevage du bétail nécessite des quantités importantes en eau, totalisant environ 10 % de la consommation mondiale. L'eau potable n'est disponible qu'en quantités limitées dans le monde et il est

fort probable que, dans les années à venir, plusieurs pays soient en pénurie. Les pays qui ont une situation précaire et où les ressources en eau potable sont limitées seront les plus touchés. Il faut environ 1000 litres d'eau pour produire un kilogramme de céréales. En plus de cela s'ajoute l'eau que les animaux boivent chaque jour. Au total, une quantité d'environ 15 000 litres d'eau est nécessaire pour produire chaque kilogramme de viande rouge. C'est 15 fois plus que ce que la production de grains nécessite à elle seule. De plus, afin de faire un élevage intensif, une grande quantité





© 2014 Scholastic Inc.

Utilisations des terres dans le monde.

de ressources alimentaires est nécessaire et il est souvent essentiel d'en importer des pays étrangers. Des milliers d'hectares de forêts sont transformés en terres agricoles pour cultiver des céréales nutritives qui servent à nourrir le bétail. Ce réaménagement se produit entre autres dans la forêt tropicale du Brésil. La transformation en

terrains voués à la culture céréalière est la première cause de déforestation dans la forêt amazonienne, où 0,3 à 0,4 % de celle-ci est transformée en terre agricole chaque année. Mondialement, 30 à 40 % des terres cultivées servent à alimenter le bétail et cela devrait atteindre 50 % dans les prochaines décennies. Toutes ces quantités d'eau et de céréales pourraient être directement utilisées pour la consommation et subvenir aux besoins des pays en développement, par exemple.

Qu'est-ce que la biodiversité ?

La biodiversité englobe l'ensemble des êtres vivants sur Terre. Elle comprend la diversité des écosystèmes, des espèces et de la génétique. À l'intérieur d'un endroit précis, on peut retrouver une foule d'espèces différentes, comme des animaux, des végétaux, des micro-organismes, etc. C'est ce qu'on appelle un écosystème. Parmi chaque espèce présente, les individus sont aussi chacun différents les uns des autres puisqu'ils ne possèdent pas tous la même génétique. Ces trois niveaux sont très interreliés et les changements d'un niveau auront donc de grandes répercussions sur les deux autres.

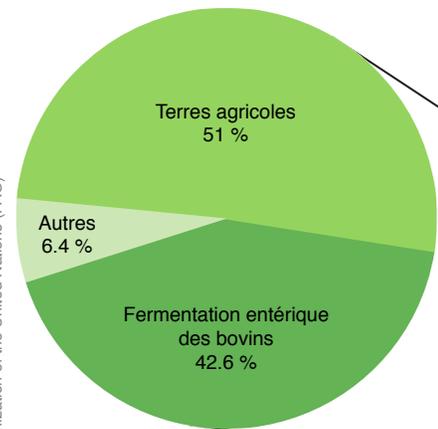
L'exploitation agricole et l'environnement

Le changement de vocation des terres entraîne un autre problème très important, car on n'y cultive souvent qu'une seule espèce de céréale. La diversité des espèces présentes à un endroit donné est essentielle pour conserver l'équilibre et l'autonomie du milieu. Ultimement, cela contribue grandement à la survie de l'homme, car les milieux naturels apportent une panoplie de services aux habitants de la planète. Par exemple, les forêts absorbent le CO₂ de l'atmosphère, produisent de l'oxygène et fournissent un habitat pour d'autres espèces.

Souvent, ces services ne peuvent plus être assurés par les terres transformées pour l'agriculture. Comme nous l'a très bien dit M. Steven Kembel de la Faculté des Sciences de l'Université du Québec à Montréal (UQAM) : « *La biodiversité dans les écosystèmes permet d'assurer plusieurs fonctions et services et de les rendre plus stables. En transformant les forêts pour y faire de l'agriculture céréalière, il se peut que l'on voie apparaître des problèmes*

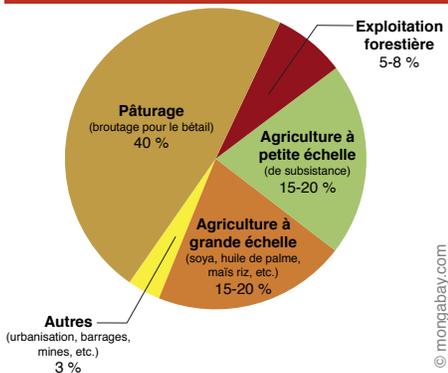
L'ÉLEVAGE BOVIN ET LE RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE

Nous savons tous que la cause la plus pointée du doigt concernant le réchauffement de la planète est le dégagement de CO₂ provenant des véhicules motorisés.



© Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

Contribution des différents secteurs aux émissions totales de gaz à effet de serre causées par l'homme en 2004, en équivalent-CO₂.



© mongabay.com

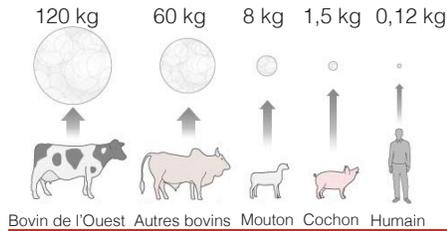
Causes de déforestation des forêts tropicales entre 2000 et 2005.

Par contre, peu de gens savent que l'élevage intensif est une autre des causes principales. En effet, en 2004, selon le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), 14 % des émissions totales de gaz à effet de serre causées par l'homme proviendraient du secteur agricole et 42,6 % des émissions

de ce secteur proviennent des rejets de méthane résultant de la digestion des bovins.

Les fameuses vaches qui pètent !

Tout comme celle des bovins, notre digestion produit aussi du méthane en raison de la fermentation se produisant dans notre intestin. Contrairement à nous, les vaches sont des ruminants, c'est-à-dire des mammifères herbivores dont la digestion comprend plusieurs cycles de régurgitation et de mastication. Elles possèdent un système digestif différent qui fait en sorte que leur digestion produit une quantité très élevée de méthane comparativement à la nôtre. Par année, une seule vache libère dans l'atmosphère mille fois plus de méthane que nous.



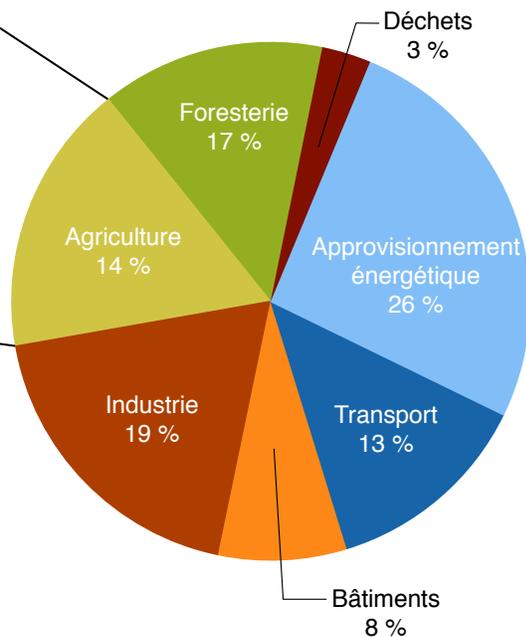
Bovin de l'Ouest Autres bovins Mouton Cochon Humain

Émissions de méthane par année.

sphère, augmentant davantage la température de la surface du globe. Voilà donc pourquoi l'augmentation du niveau de méthane dans l'atmosphère est très alarmante.

Qu'est-ce que l'équivalent- CO_2 ?

Il existe plusieurs gaz à effet de serre (GES) n'ayant pas tous le même effet sur le réchauffement planétaire. Afin de comparer l'effet pour chacun des gaz, ceux-ci sont caractérisés par leur potentiel de réchauffement global (PRG), qui dépend de leur capacité à emprisonner les rayons et de leur durée de vie dans l'atmosphère. Le PRG permet ainsi de comparer l'effet de chaque gaz par rapport à celui du CO_2 , sur une période de 100 ans. Par exemple, le méthane, qui a un PRG de 21, a donc ainsi un potentiel d'effet de serre 21 fois supérieur à celui du CO_2 , qui a un PRG de 1. Le PRG permet ensuite de calculer l'équivalent- CO_2 , en tonne ou en kilogramme. Il correspond au multiple du PRG et de la quantité émise du gaz. C'est pourquoi l'émission d'une tonne de méthane dans l'environnement représente l'émission de 21 tonnes de CO_2 (1 tonne de méthane x 21 PRG = 21 tonnes éq- CO_2).



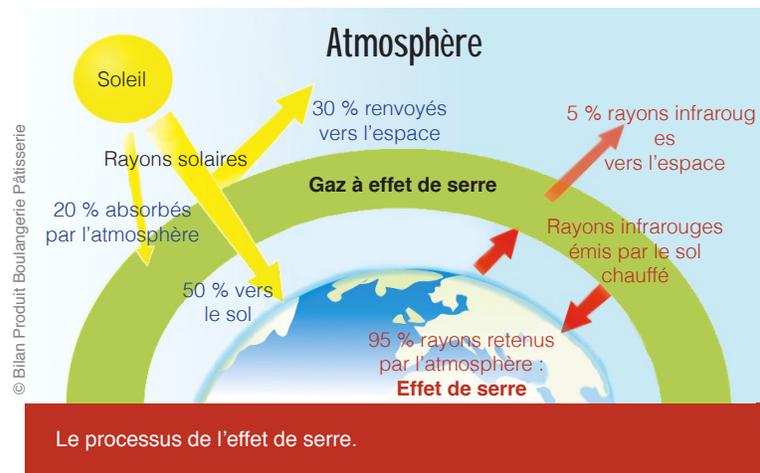
l'intérieur de ce compartiment que le processus clé, appelé fermentation entérique, se produit. Cet estomac abrite une foule de microorganismes différents qui dégradent la nourriture et la fermentent, en raison du milieu dépourvu d'oxygène. Par ce processus, la nourriture, qui contient en majorité des sucres, est alors transformée en particules plus petites que l'animal peut facilement digérer. La fermentation entérique lui fournit ainsi des nutriments nécessaires à sa survie, mais produit à la fois du méthane et du CO_2 . Ces gaz sont par la suite relâchés par l'animal en majorité lors de l'expiration et le reste sous forme de flatulences. Vu le nombre très élevé de ruminants d'élevage, le méthane libéré s'accumule en très grande quantité dans l'atmosphère et participe au réchauffement de la planète.

Le méthane et l'effet de serre

Le méthane cause un effet de serre 21 fois supérieur à celui du CO_2 . Ceci veut donc dire que la libération d'une tonne de méthane a le même effet sur le réchauffement planétaire que la libération de 21 tonnes de CO_2 . Cela s'explique par le fait que le méthane est capable d'emprisonner la chaleur beaucoup plus efficacement en absorbant les rayons provenant du soleil. En effet, quand les rayons atteignent la Terre, la plupart sont absorbés par le sol, ce qui le réchauffe. En retour, la chaleur du sol est réémise vers l'espace sous forme de rayons infrarouges. Ce sont ces rayons qui sont absorbés par le méthane et les autres gaz à effet de serre, faisant en sorte qu'ils ne peuvent plus s'échapper de l'atmo-

Depuis l'ère préindustrielle, la concentration de méthane dans l'atmosphère a augmenté de 150 %. On ne peut donc pas nier l'impact qu'a l'industrialisation de l'élevage bovin sur le réchauffement planétaire. Au fil des années, la demande ne cessera de croître en réponse à l'augmentation de la population, et les conséquences sur l'environnement suivront cette tendance.

Ceci est en effet causé par leur système digestif particulier. Chez ces animaux, l'estomac est divisé en quatre compartiments; le plus gros étant le rumen. Une fois la nourriture mastiquée et avalée par l'animal, celle-ci arrive dans le rumen, où elle y restera pendant plusieurs heures et même pendant presque deux jours. C'est à

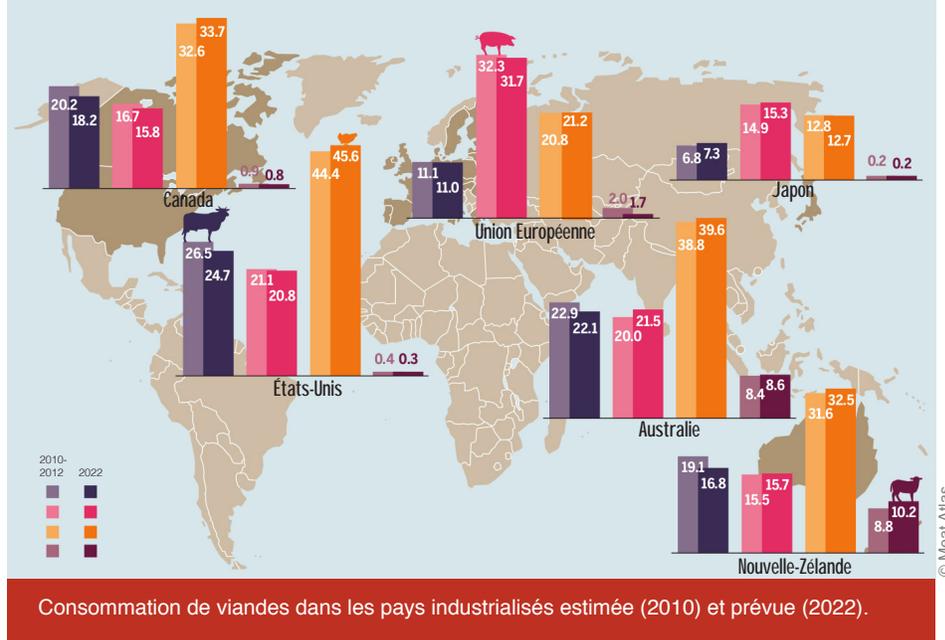


IMPACT DE LA CONSOMMATION DE VIANDE ROUGE SUR NOTRE SANTÉ

Les méfaits de l'élevage des bovins sur l'environnement ne semblent plus à prouver, mais qu'en est-il de la viande elle-même? On dit souvent que l'abus de consommation de viande rouge peut être nocif pour la santé, voire même cancérogène. La viande rouge est réputée pour être plus grasse que les autres, mais est-ce le seul problème? Comment le steak si savoureux du restaurant peut-il être aussi mauvais pour la santé?

Les pour et les contre de la consommation de la viande rouge

Avant tout, il faut se rappeler que la viande rouge a de nombreux effets positifs sur la santé humaine. Elle est bien connue pour être une source plus riche en protéines et en fer que les autres types de viande. Un bon apport en fer permet par exemple d'éviter les anémies. Elle contient aussi beaucoup de zinc, un élément nécessaire au bon fonctionnement de nombreux processus du corps humain comme la croissance, la cicatrisation ou la digestion des protéines. La vitamine B12 est aussi présente en grande quantité dans les viandes rouges et est connue pour réduire les maladies cardio-vasculaires lorsqu'elle est ingérée en grande quantité. De plus, bien que la viande rouge soit considérée comme grasse, certains acides gras insaturés qu'elle contient ont des effets bénéfiques



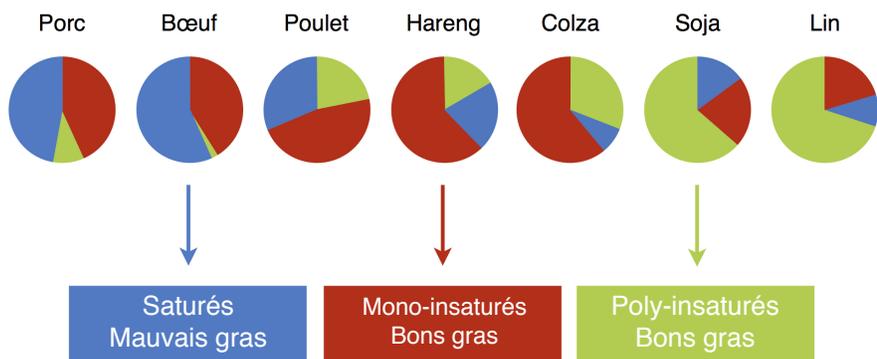
pour la santé. Un de ceux-ci, l'acide linoléique, participe à une bonne santé cardiovasculaire. Ce sont en fait les acides gras saturés qui présentent un risque pour la santé puisqu'ils sont associés à une augmentation des maladies cardiovasculaires. Or, ils constituent environ 50 % de la composition de la viande rouge. Il faut donc faire attention à ne pas trop en consommer pour éviter les problèmes de surpoids.

Cependant, l'apport de grandes quantités de protéines est aussi associé à la perte de poids. La liaison directe de la consommation de viande rouge avec l'obésité resterait donc encore controversée. De plus, la composition de la viande peut varier d'un animal à un autre. L'âge, le sexe et le mode d'alimentation font partie des nombreux facteurs ayant une grande influence sur la composition de la viande. Par exemple, l'acide linoléique, dont il était question plus haut, provient principalement des

végétaux. La quantité de cet acide gras est donc plus élevée dans la viande des animaux nourris principalement d'herbe.

Consommer de la viande rouge augmente-t-il les risques de cancers?

La consommation de viande rouge est aussi associée à un risque accru d'apparition de cancers, en particulier au niveau du côlon. Le Fond de Recherche Mondial du Cancer recommande une consommation maximum de viande rouge égale à 500 g par semaine, soit 71 grammes par jour. En effet, la forte teneur en protéines de ce type de viande peut comporter des risques pour la santé. Au cours de la digestion, de l'ammoniac est rejeté dans les intestins. Or, cette substance peut devenir nocive pour les cellules du côlon, les endommager, et diminuer l'absorption des nutriments. De plus, elle semblerait augmenter la croissance des cellules cancéreuses. L'ammoniac n'est qu'un exemple parmi d'autres substances issues directement de la viande qui ont elles aussi des effets nocifs. Et ce n'est pas le seul facteur de risque! La digestion est un procédé complexe qui fait appel à des bactéries présentes dans les intestins : les bactéries commensales. Elles font partie de ce qu'on appelle la « flore intestinale » et sont bénéfiques pour l'être humain puisqu'elles participent activement à la digestion des aliments. Cependant, certaines substances qu'elles produisent au cours de ce processus peuvent parfois s'avérer toxiques, comme dans le cas de la



Composition en lipides de différentes sortes de viandes et de légumineuses.

digestion de la viande rouge où elles rejettent de l'acide sulfurique. Cette substance peut endommager la paroi de l'intestin et provoquer une inflammation. Finalement, c'est l'ensemble des effets néfastes de tous ces facteurs contre la paroi intestinale qui a tendance à augmenter les risques de cancer du côlon.

Démystification des acides gras

Lipides :

Englobent toutes les formes de gras.

Triglycérides :

Ce sont des lipides présents en abondance dans les aliments et l'organisme. Ils peuvent y être emmagasinés de manière presque illimitée.

Acides gras saturés :

Ils sont généralement solides à température ambiante et sont associés à l'augmentation des maladies cardiovasculaires et au cancer du côlon. Le beurre, le fromage et les viandes rouges en contiennent.

Acides gras insaturés :

Contrairement aux acides gras saturés, ils permettraient de diminuer les risques de maladies cardiovasculaires. L'huile d'olive, de noix, de tournesol et certains types de poissons en contiennent.

Acides gras trans :

Néfastes pour la santé, ils sont présents dans les aliments dits « hydrogénés ». Ce sont en fait des produits transformés comme les gâteaux, les aliments frits ou certaines collations salées. Ils sont associés aux problèmes cardiovasculaires et d'obésité, car ils ne sont pas pris en charge par l'organisme.

Acides gras essentiels :

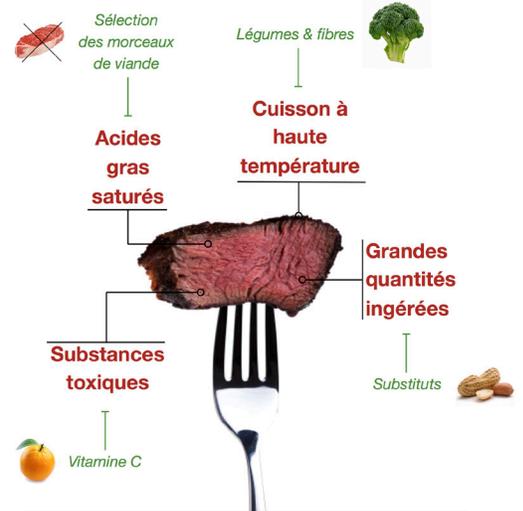
Bien qu'ils ne puissent être fabriqués par l'organisme, ils sont nécessaires à la santé humaine. Il faut donc les absorber par le biais d'aliments ou, parfois, de suppléments alimentaires. Ils protégeraient même des maladies cardiovasculaires. Les oméga-3 et oméga-6 sont des exemples d'acides gras insaturés essentiels bien connus.

De plus, le risque de cancer proviendrait aussi du mode de cuisson de la viande. Il n'est pas rare d'entendre dire que la viande doit être bien cuite sans quoi, sa consommation pourrait présenter des risques sanitaires. En effet, dans les années 90, une épidémie a eu lieu aux États-Unis : la maladie du hamburger. Cette intoxi-

cation était due à l'ingestion de viande ayant été contaminée par les bactéries *E. coli* au cours de l'abattage de la bête ou dans des cas où la chair n'a pas été conservée à des températures suffisamment basses. Bien que la viande hachée soit la plus concernée, les autres types de coupes peuvent aussi être sujets à la contamination. Or, c'est le fait de cuire la viande à haute température qui provoque l'apparition de composés chimiques appelés « amines hétérocycliques » ou AH, connus pour leurs capacités mutagènes et cancérogènes. Par exemple, un simple apport de 10 grammes par jour de viande rouge cuite sur le barbecue augmenterait le risque de développer certaines tumeurs de 29 % ! Cela devient difficile de se décider sur la cuisson de son steak, dans ce cas...

Comment réduire ces risques pour la santé ?

Tous ces facteurs de risques ne sont pas pour rassurer les plus grands amateurs de viandes rouges d'entre nous ! Mais qu'ils se rassurent, tout n'est pas perdu ! Il paraîtrait possible de réduire ces effets cancérogènes... Avant tout, la composition des acides gras de la viande dépend de la génétique et de l'alimentation de la bête, comme évoquée plus haut. Par exemple, les animaux de fermes ont tendance à posséder un taux de lipides et d'acides gras saturés en général plus élevé que les animaux sauvages. Les effets cancérogènes des AH peuvent aussi être réduits en enrichissant notre alimentation de fibres, qui ont pour effet de limiter l'ingestion de ces substances cancérogènes. D'autres nutriments peuvent aussi empêcher la formation de substances toxiques lors de la digestion de la viande, comme la vitamine C. De plus, les risques cardiovasculaires et de cancer du côlon seraient augmentés surtout lorsque de grandes quantités de viande rouge sont consommées. Celles-ci peuvent être substituées par de la viande blanche, qui, bien que moins nourrissante, est aussi moins néfaste pour la santé. Le soja, riche en protéines, peut également remplacer la viande rouge dans l'alimentation, tout comme certains types de légumineuses. Par ailleurs, une consommation élevée de viande rouge est généralement associée à un régime alimentaire typiquement occidental, pouvant engendrer de



Synthèse des risques toxiques induits par la consommation de viande rouge et les façons de les atténuer.

nombreux problèmes de santé. Celui-ci consiste en un apport important en friture, en graisse, en alcool et en différentes viandes, tandis qu'assez peu de légumes et de fruits sont consommés. Finalement, 80 % des cas de cancers du côlon seraient provoqués, non seulement par le type d'alimentation, mais aussi par le style de vie (sédentarité, cigarette...). Il n'y a donc pas que les mauvaises habitudes alimentaires qu'il faudrait changer si l'on veut éviter les problèmes de santé.

Quelle décision prendre ?

Les conséquences environnementales négatives de l'industrialisation de l'élevage sont très peu pointées du doigt. Pourtant, la biodiversité et l'équilibre de l'atmosphère n'en sont pas pour le moins touchés. Une diminution de notre consommation aurait donc des impacts positifs non seulement sur notre bien-être, mais aussi sur celui de notre planète. Puisqu'une consommation élevée de viande rouge est souvent très commune en Amérique du Nord, les répercussions négatives sur la santé nous concernent donc plus qu'ailleurs dans le monde bien que l'impact de la faillite de cette industrie aurait probablement de lourdes conséquences au niveau économique... Faut-il alors bannir la viande rouge de notre alimentation ou opter pour un ajustement de nos habitudes alimentaires ? ■



La guerre aux petits fruits : la DROSOPHILE À AILES TACHETÉES attaque !

Par
**Stéphane Barriault, Cassandra Fleuristal,
Alexandre Langlais Bourassa et Valérie René**

Par un bon matin de 2008, en Californie, un producteur de framboises remarque qu'une grande partie de ses fruits sont endommagés. En les examinant, il découvre une petite mouche logée sur un de ses fruits. Ne perdant pas de temps, il envoie la petite bête au California Department of Food and Agriculture pour la faire identifier. Ce bureau gouvernemental découvre alors la drosophile à ailes tachetées, une espèce de mouche envahissante venant d'Asie. Il était loin de se douter des conséquences de l'arrivée de cette petite mouche à fruits sur le continent américain...

Depuis, la drosophile à ailes tachetées (*Drosophila suzukii*, aucun lien avec le célèbre David Suzuki !) s'est répandue presque partout sur le globe, notamment en Europe et en Amérique du Nord. C'est en 2010 que le Québec a été touché et, depuis, les observations de ce ravageur ne cessent d'augmenter. Cette mouche est très envahissante, car elle se reproduit à un rythme fou ! Les moyens pour contrôler son invasion sont rares, puisque son arrivée sur le continent est récente. La drosophile à ailes tachetées occasionne des dégâts importants aux cultures de petits fruits (fraises, framboises, mûres, bleuets, etc.), puisque la femelle pond ses œufs directement dans les fruits mûrs, les rendant impropres à la consommation. Selon le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), les cultures de petits fruits sont importantes pour l'économie, avec des recettes d'environ 130 millions de dollars en 2011, soit 13 % de la production horticole du Québec. L'arrivée de cette mouche pourrait donc avoir un impact néfaste sur l'économie du Québec et aussi... dans votre assiette !

Découvrons ensemble l'historique de son arrivée au Québec et les conséquences de son invasion.

C'EST QUOI, UNE DROSOPHILE ?

La drosophile, du grec *drosos*, signifiant la rosée, et *philos*, voulant dire qui aime, est un insecte de l'ordre des diptères (deux ailes). Ces insectes ont l'apparence de mouches, mais sont plus petits, pas plus de quatre millimètres. Les drosophiles se retrouvent partout sur le globe, et sont largement utilisées en science pour des études en raison de leur petite taille et de leur cycle de vie assez court. Oui, vous avez bien lu, parfois elles sont utiles !

UN SOLDAT EFFICACE...

La drosophile à ailes tachetées a d'abord été aperçue et décrite au Japon en 1916. Deux décennies plus tard, elle a été localisée en Chine et en Corée. En 2008, en raison des importations de fruits exotiques par cargo,



© Eric LaGasa

doit pas être contaminé, qu'il doit être comestible et totalement exempt de tous organismes vivants, tels que les insectes. Du fait que la drosophile à ailes tachetées peut se

disséminer par voies

cette mouche a pu envahir les champs de la Californie. Ensuite, elle s'est propagée dans les états américains de l'Oregon, de Washington et de la Floride, puis elle a migré au Canada en commençant par la Colombie-Britannique. Finalement, en 2010, on a retrouvé la drosophile à ailes tachetées au Québec et en Ontario. Son parcours ne s'est pas arrêté là, car en 2012, 28 états américains, ainsi que le Mexique, la France, l'Allemagne, l'Italie, la Slovénie, l'Espagne, et la Suisse étaient conquis.

Les conséquences que peut causer la drosophile à ailes tachetées sur les régions de cultures de fruits ont des portées tant au niveau écologique qu'économique. Selon le MAPAQ, plus de la moitié (53 %) des entreprises de culture de fruits au Québec sont consacrées à l'exploitation des petits fruits. Des emplois dans plus de 1500 entreprises québécoises sont donc menacés par cette mouche. De plus, en 2011, le Québec a importé plus de 150 millions de dollars de petits fruits, ce qui a certainement contribué à l'invasion par la drosophile à ailes tachetées. Comme ce petit ravageur ailé se propage rapidement, il peut envahir une très grande superficie en très peu de temps. Selon les entomologistes (spécialistes des insectes), des conditions météorologiques venteuses favorisent son déplacement.

De plus, puisque la drosophile à ailes tachetées recherche des fruits mûrs ou en maturation à profusion afin de pondre, cela met en péril l'agriculture de petits fruits dans toutes les régions où elle est présente. Certains agriculteurs devront ultimement suspendre leurs activités ou établir de nouvelles techniques afin de pouvoir respecter les exigences de l'Agence Canadienne d'Inspection des Aliments (ACIA) visant l'importation et le commerce interprovincial de fruits et de légumes. Celles-ci mentionnent que le produit agricole ne

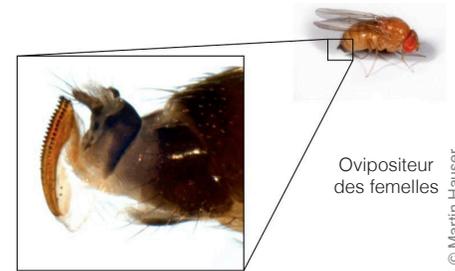
naturelles au Québec, il n'est pas possible pour l'ACIA de poser une réglementation sur l'importation de petits fruits. Aucune mesure spécifique de surveillance lors des importations n'est donc en place pour contrer cet insecte. Selon Nathalie Roullé, biologiste et agente de recherche au Pôle d'Excellence en Lutte Intégrée du Centre de Développement Local des Jardins-de-Napierville, la réfrigération des fruits, consistants à conserver les fruits récoltés pendant quelques jours à 2 °C, tue une partie des larves s'y retrouvant. Certains traitements chimiques pourraient également avoir ce résultat. Ces techniques parfois coûteuses devront être défrayées par les agriculteurs. Afin d'éviter qu'ils ferment boutique, il est pressant de trouver une solution rentable et efficace contre cet insecte non seulement nuisible, mais très polyvalent !

Les agriculteurs ne seraient peut-être pas les seuls à subir les impacts de la drosophile à ailes tachetées. Les jardins privés pourraient aussi souffrir de l'arrivée de cette mouche. Heureusement, plusieurs intervenants coopèrent afin d'éradiquer complètement la drosophile à ailes tachetées, soit le MAPAQ, l'ACIA et l'Agence de réglementation de la lutte anti-parasitaire (ARLA). Mais cette concertation des intervenants sera-t-elle suffisante pour limiter les dommages? La complexité de la réponse pourrait en surprendre plus d'un...

UN SOLDAT DESTRUCTEUR...

La drosophile à ailes tachetées est très habile dans l'art de la destruction des fruits. Tous les problèmes causés par cette petite mouche proviennent de son mode de reproduction. Le simple fait de pondre dans le fruit cause des dégâts. Les femelles utilisent leur immense organe de ponte, appelé ovipositeur (figure 1), pour perc-

er un trou dans le fruit. Tout comme les humains, les fruits sont vulnérables aux infections lorsqu'ils ont une plaie ouverte. Le trou créé par la drosophile à ailes tachetées est donc une porte d'entrée pour les bactéries et les moisissures.



Ovipositeur des femelles

© Martin Hauser

Figure 1 : Ovipositeur d'une drosophile à ailes tachetées femelle.

Les dommages les plus importants surviennent toutefois après la ponte. Une fois les œufs éclos, les larves vont consommer la chair du fruit et y poursuivre leur développement jusqu'au stade adulte et pourront alors à leur tour pondre des œufs (figure 2).



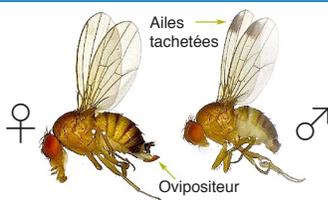
© Sheila Fitzpatrick, Agriculture & Agri-Food Canada

Figure 2 : Dommages causés par la ponte et l'émergence des larves sur un bleuet.

UN SOLDAT D'ÉLITE...

La drosophile à ailes tachetées est un problème pour les agriculteurs, car elle possède toutes les caractéristiques d'un excellent ravageur. Ce qui la démarque, c'est le fait qu'elle est la seule drosophile à s'attaquer aux fruits mûrs. En effet, les autres drosophiles ne pondent que dans les fruits déjà abîmés ou en décomposition. Le potentiel destructeur de la drosophile à ailes tachetées est donc supérieur.

IDENTIFICATION



© Eric LaGasa

La drosophile à ailes tachetées se distingue des autres mouches à fruits par certaines caractéristiques clés. Les mâles ont une tache noire bien ronde et bien visible à l'extrémité de chaque aile, d'où leur nom. Cette tache est cependant exclusive aux mâles. Les femelles se démarquent du lot par leur ovipositeur. Chez la drosophile à ailes tachetées, cet organe est exceptionnellement gros et possède des dents-de-scie spécialement adaptées pour percer la peau des petits fruits.

La drosophile à ailes tachetées se reproduit aussi à un rythme fulgurant. Les larves prennent moins de deux semaines pour atteindre leur stade adulte et une femelle peut pondre jusqu'à 600 œufs dans une vie ! Une seule drosophile à ailes tachetée femelle a, au fil des générations, le potentiel d'engendrer plusieurs milliers de descendants en une saison ! La récente introduction de la drosophile à ailes tachetées au Québec facilite aussi sa vie. Étant nouveau dans le milieu, cet insecte n'a pas de prédateur naturel au Québec. De plus, n'ayant jamais été confrontés à ce ravageur, nous ne savons pas encore comment réagir. Tout ceci fait de la drosophile à ailes tachetées un ravageur hors pair. Voyons plus en détail les moyens de défense utilisés pour protéger nos petits fruits.



© biocontrol.ch

Figure 3 : Piège à drosophile à ailes tachetées de type « *DrosoTrap* ».

UN SOLDAT FURTIF...

Afin de savoir où et quand la drosophile à ailes tachetées va frapper, les agriculteurs installent des pièges pour le dépistage des adultes. Sa petite taille la rend difficile à détecter à l'œil nu, d'où la nécessité de la capturer pour l'identifier. Étant une nouvelle menace, plusieurs types de pièges et d'appâts sont présentement évalués pour essayer de trouver la combinaison gagnante. Malheureusement, aucune technique définitive n'est encore mise au point pour capturer la petite mouche. Comme toutes les drosophiles, celle-ci est attirée par l'odeur des aliments fermentés. Le vinaigre et le vin rouge sont parmi les appâts les plus efficaces. Finalement, les pièges de couleur rouge semblent présenter les meilleurs résultats (figure 3).

Le dépistage permet aux agriculteurs d'adapter leur stratégie de contrôle afin de rendre plus efficace la lutte contre la drosophile à ailes tachetées. Ils peuvent donc réagir en utilisant un moyen de lutte au bon endroit, au bon moment et avec la bonne intensité. Sans le dépistage, les agriculteurs aux prises avec ce ravageur perdraient beaucoup de temps et d'argent

UNE MOUCHE RAFFINÉE

Les vins et les vinaigres n'ont pas tous la même efficacité pour attirer la drosophile à ailes tachetées. Le vinaigre de cidre de pomme, le vinaigre de riz et le vin rouge Merlot sont parmi les meilleurs appâts. Comme quoi même les mouches peuvent avoir des goûts raffinés !

à traiter des zones de production qui ne sont pas envahies par la drosophile à ailes tachetées.

L'utilisation de plusieurs pièges en même temps peut également servir de moyen de contrôle en faisant de la capture de masse. Ceci consiste à capturer un maximum de ravageurs afin de les éliminer. Le dépi-stage n'est cependant qu'une partie de la bataille. Regardons maintenant les moyens utilisés pour éliminer la drosophile à ailes tachetées une fois sa présence détectée.

DÉFENSES CHIMIQUES CONTRE CE SOLDAT !

Lorsqu'un producteur détecte la drosophile à ailes tachetées dans son champ en période de mûrissement, il doit agir rapidement. Pour le moment, la méthode la plus efficace reste l'utilisation de pesticides. Trois types sont utilisés, soit



© Bev Gerdeeman

les organophosphorés, les pyréthrinés et les spinosynés. Les organophosphorés sont des pesticides chimiques largement utilisés dont le nom réfère simplement à la forme de la molécule. Les pyréthrinés empruntent leur nom au pyrèthre, une plante répulsive de la famille de la marguerite, dont la molécule toxique est extraite. Puisque ce pesticide est d'origine végétale, il est approuvé pour les cultures biologiques.

Les spinosynés peuvent aussi être utilisées par les agriculteurs biologiques. Ce pesticide est dérivé d'une molécule toxique produite par une bactérie, *Saccharopolyspora spinosa*.

Tous ces pesticides perturbent le système nerveux de la drosophile à ailes tachetées et causent sa mort par paralysie. Le système nerveux est une cible de choix en



© Kaitlyn Schurmann

raison de son rôle essentiel dans l'organisme et de la rapidité à laquelle la mort survient lorsque les pesticides entrent en jeu. Explorons maintenant leurs différents modes d'action.

Des neurones aux muscles

En temps normal, les signaux électriques envoyés par le système nerveux sont transmis d'un neurone à l'autre par des molécules appelées neurotransmetteurs (figure 4). Ce sont des intermédiaires nécessaires à la transmission du signal électrique jusqu'aux muscles. Après que celui-ci soit passé, les neurotransmetteurs doivent être détruits pour arrêter le signal. C'est l'intermittence des signaux électriques qui permet de contrôler le mouvement des muscles.

Les trois pesticides mentionnés précédemment agissent de façon différente sur ce mécanisme chez la drosophile à ailes tachetées. Les organophosphorés empêchent la destruction des neurotransmetteurs. Les spinosynes, quant à elles, imitent les neurotransmetteurs et permet-

tent l'envoi du signal même en l'absence de ces derniers. Finalement, les pyréthrinés perpétuent le signal malgré la destruction des neurotransmetteurs. Ces trois modes d'action ont comme résultat l'envoi d'un signal électrique constant vers tous les muscles, causant leur contraction permanente, ce qui paralyse et tue la mouche.



© Kaitlyn Schurmann

L'envers de la médaille

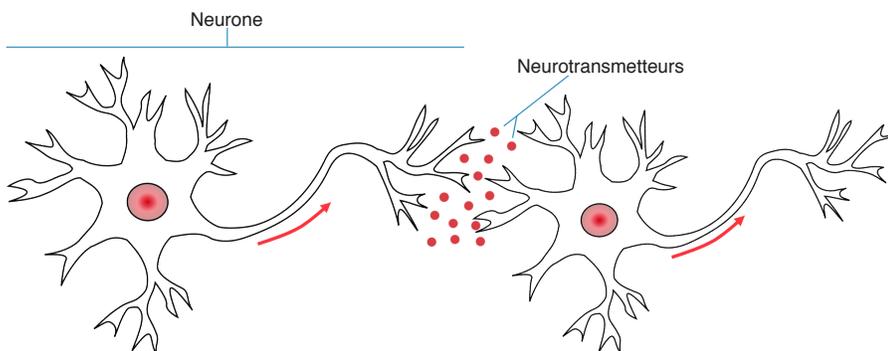
Malheureusement, l'usage de pesticides n'est pas sans failles. Les organophosphorés peuvent être très toxiques pour les autres animaux, incluant l'humain. Les

pyréthrinés et les spinosynes n'ont qu'un effet à court terme et nécessitent des applications fréquentes. Les pesticides peuvent aussi avoir un effet néfaste sur les insectes bénéfiques, il est donc important de les utiliser avec parcimonie.

Un risque moins connu de l'usage des pesticides est le développement d'une résistance à leurs effets toxiques. Les drosophiles à ailes tachetées peuvent se désensibiliser à l'action des pesticides ou encore développer une capacité à les éliminer de leur corps. La reproduction rapide de la drosophile à ailes tachetées augmente les chances que cela se produise, car à chaque nouvelle génération cette résistance peut être transmise ou amplifiée génétiquement.

Pour éviter les problèmes, les agriculteurs doivent choisir soigneusement le type, la quantité et le moment d'application des pesticides contre la drosophile à ailes tachetées. La prévention du développement d'une résistance se fait en alternant les sortes de pesticides ayant des modes d'action différents pour que la drosophile à ailes tachetées ne puisse pas s'y habituer. Il faut aussi qu'ils appliquent suffisamment de pesticide pour qu'aucune mouche ne survive. Si la quantité administrée est trop faible, certaines drosophiles à ailes tachetées plus résistantes peuvent y survivre et transmettre cette capacité en se reproduisant par la suite.

Par contre, trop de pesticide présente un risque pour les humains et les insectes bénéfiques, alors le dosage doit être calculé avec précision. Un producteur responsable



© Juoß

Figure 4 : Transmission du signal nerveux.

CHRONOTOXICITÉ ?

L'effet d'un pesticide varie selon le moment de la journée et selon l'insecte. Dans une journée, la drosophile à ailes tachetées passe par des stades plus actifs et d'autres où elle l'est moins. Lorsqu'elle est active, cette mouche est plus exposée aux pesticides, car elle ne se cache plus sous les feuilles. L'étude de sa biologie a ciblé certains moments de la journée où son système lui servant à combattre les pesticides est moins efficace. Les agriculteurs doivent donc tenir compte de cette chronotoxicité et favoriser ces périodes comme moment où appliquer les pesticides afin d'optimiser leur efficacité.

doit également appliquer ses pesticides de manière à en tirer la meilleure efficacité possible. Ceci permettra au producteur de minimiser la quantité à appliquer. Il doit attendre les journées sans pluie et sans vent, qui risquent de diminuer la quantité de pesticides dans le champ. La chronotoxicité, qui tient compte de la variation de l'effet du pesticide sur l'insecte au cours d'une journée, est aussi un facteur important à prendre en considération.

DÉFENSES NON-CHIMIQUES CONTRE CE SOLDAT

Pour réduire l'usage de pesticides, certains moyens de contrôle biologiques sont envisagés, soit les guêpes parasitoïdes, le champignon *Beauveria bassiana* et les filets d'exclusion. Plusieurs types de guêpes parasitoïdes indigènes au Québec ont été testés sur la drosophile à ailes tachetées. Ces guêpes pondent leurs œufs dans les larves ou les pupes du ravageur. Malheureusement, les larves et les pupes de la drosophile à ailes tachetées sont très résistantes aux œufs pondus en elles par ces guêpes parasitoïdes indigènes. En effet, elle possède beaucoup plus d'hémocytes que les autres espèces de mouche. Ces

hémocytes (figure 5) sont des cellules sanguines de défense, qui permettent d'encapsuler l'œuf de la guêpe et de le détruire. Cette résistance diminue grandement l'efficacité du contrôle par parasitisme des espèces indigènes. Les chercheurs doivent donc se tourner vers des guêpes venues

d'ailleurs ayant une meilleure efficacité. Deux espèces de guêpes parasitoïdes européennes pondent dans les pupes, tandis qu'une espèce japonaise cible les larves de la drosophile à ailes tachetées en engendrant très peu de défenses chez celle-ci.

Un autre organisme parasite présente un potentiel intéressant pour la lutte biologique. Le champignon *Beauveria bassiana* infecte les insectes et les élimine. Son grand avantage est celui de ne pas s'attaquer à l'humain. Encore mieux, ce champignon est indigène du Québec et la recherche permettrait de trouver une variété ciblant la drosophile à ailes tachetées.

De tous les moyens de contrôle biologiques utilisés jusqu'à maintenant, les filets d'exclusion sont les plus efficaces. Ces filets à très petites mailles sont placés directement sur les plants pour empêcher la mouche d'y accéder.

SON CONTRÔLE : MISSION IMPOSSIBLE ?

Par l'absence de moyens de contrôle efficaces, son cycle de vie rapide et sa récente introduction au Québec, il va sans dire que la drosophile à ailes tachetées est un fléau qui mérite notre attention immédiate. D'après Nathalie Roullé, la recherche sur les moyens de contrôler la drosophile à ailes tachetées et de limiter ses dégâts se poursuivra avec intensité. Plusieurs chercheurs de différents pays collaborent entre eux afin de partager leurs connaissances et ainsi avoir une vision d'ensemble du problème. Toujours selon Mme Roullé, pour le futur, les chercheurs aborderont la problématique de la drosophile à ailes tachetées sous différents angles. Des pistes de solutions sont présentement à l'étude au niveau de la propreté des champs, de l'alternance des espèces cultivées et de l'alternance dans les régimes d'utilisation de pesticides. Plusieurs études font aussi état de répulsifs naturels, de filets d'exclusion et de la recherche de prédateurs efficaces. Espérons que plusieurs d'entre eux trouveront le moyen de redonner aux agriculteurs de petits fruits du Québec et d'ailleurs le goût de partager leurs récoltes sucrées pour encore plusieurs années ! ■

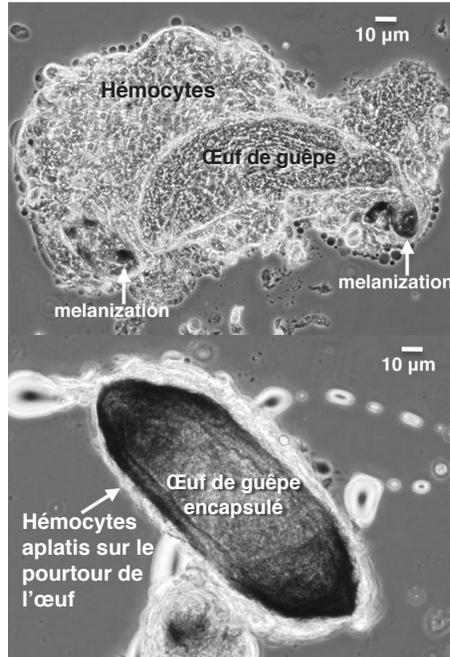


Figure 5 : Encapsulation de l'œuf de guêpe parasitoïde par les hémocytes de la drosophile.

© Kacsóh & Schlenke 2012



© Matteo Maspero & Andrea Tantardini



L'homosexualité :

PÉCHÉ CAPITAL ou fruit de la SÉLECTION NATURELLE ?

Par
Hassen Allegue, Steve Farvacque et
Andréanne Lavallée

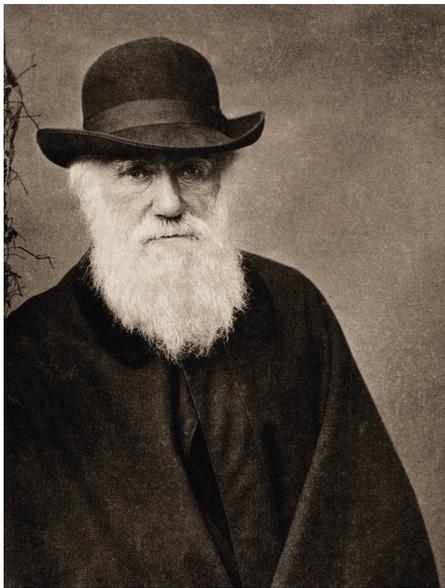


Figure 1 : Charles R. Darwin (1809-1882), scientifique proposant la sélection naturelle.

© Elliott & Fry

L'homosexualité est un tabou dans la plupart des sociétés humaines et réfère à des comportements interdits. Il est difficile d'en parler ouvertement sans causer d'aversion même à notre époque. C'est pourtant bien ce que nous allons faire, dans le but de comprendre pourquoi et comment le comportement homosexuel s'est présenté chez des espèces animales. Les différents processus expliquant comment l'homosexualité s'est présentée font références aux mécanismes qui ont permis également l'apparition d'autres comportements ou caractères au cours de l'évolution de la façon dont Charles Darwin l'a présenté dans sa publication de 1859 « L'origine des espèces ». Ces mécanismes sont entre autres la sélection naturelle qui implique la préservation de caractères ou comportements qui leur confère une aptitude (ou *fitness*) maximale en réponse à leur environnement au cours des générations. Par contre, ce processus implique la transmission de gènes. L'homosexualité est donc considérée comme un paradoxe évolutif selon la théorie darwinienne, vu qu'elle viole la loi de base de l'hérédité.

Définitions de l'homosexualité

Comportement homosexuel :

Toutes interactions sexuelles entre deux individus de même sexe qui peuvent également se produire entre des individus de sexe opposé.

Préférence homosexuelle :

La préférence peut être influencée par l'expérience sociale d'un individu fondée sur l'exemple émis par les parents durant une période sensible. Une modification de la préférence peut être modifiée au cours de la vie de l'individu selon ses expériences.

Orientation homosexuelle :

Représente une préférence définitive, avec une certaine prédisposition interne profitable aux interactions sexuelles avec des membres du même sexe, souvent utilisée pour décrire l'identité sexuelle humaine.

L'homosexualité réfère à toutes interactions sexuelles entre deux individus de même sexe pouvant se traduire par une parade nuptiale, une copulation ou autres. Afin d'expliquer les différents aspects

touchant à l'homosexualité, nous allons présenter les faits, les avantages et les différentes théories concernant l'homosexualité au fil du temps.

L'HOMOSEXUALITÉ CHEZ L'HUMAIN

Chez l'humain, l'homosexualité est de plus en plus observée. Certains pensent que l'homosexualité est une tendance naturelle et qu'elle est importante pour l'équilibre du comportement sexuel. L'homosexualité contribuerait ainsi, chez les humains à constituer une identité sexuelle. L'ouverture d'esprit des gens dans nos sociétés et dans nos cultures pourrait ainsi offrir l'environnement nécessaire afin d'assurer le meilleur développement d'une personne.

L'homosexualité et la religion

L'homosexualité est considérée dans plusieurs religions comme étant un geste interdit et sévèrement puni. De nos jours, par exemple, dans certains pays musulmans, il y a encore la peine de mort et des peines de prison sont prononcées contre les homosexuels puisque l'homosexualité représente un crime selon la loi islamique. Au niveau de l'Église catholique, l'homosexualité serait un désordre moral qui représente un péché. Le mariage gai ne serait donc pas accepté puisqu'il est affirmé par ces dirigeants religieux que ces unions sont des anomalies de par l'absence d'une dimension conjugale homme-femme.



Figure 2 : Couleurs de la fierté gai et différents signes religieux.



Figure 3 : Un couple femelle-femelle d'albatros de Laysan (*Phoebastria immutabilis*).

© Tui De Roy/Minden Pictures/FLPA

Cette tendance naturelle à l'homosexualité serait-elle due à des facteurs environnementaux ou génétiques? Selon une étude menée par Andrea Burri en 2011, l'homosexualité chez les femmes s'expliquerait principalement par les facteurs sociaux et culturels, à l'inverse des hommes. Elle a établi que le lesbianisme ne serait génétique qu'à 25 %. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les femmes ont une plus grande sensibilité face à leurs expériences amoureuses ou affectives que les hommes. Une déception sentimentale, le besoin de nouveauté ou une sensation plus agréable avec une autre femme pourrait les influencer à devenir homosexuelles au cours de leur vie même après des expériences sexuelles avec des hommes. Ceci indique que l'homosexualité pourrait se développer suite à l'expérimentation de ce comportement sexuel. Par contre, l'occasion d'expérimenter ce comportement pourrait être restreinte par la culture, la religion, l'éducation ou la famille et pourrait ainsi limiter l'épanouissement complet d'une personne.

POUR QUELLES RAISONS LES ANIMAUX ENGAGERAIENT-ILS UN COMPORTEMENT HOMOSEXUEL ?

Chez les autres animaux, il est plus difficile de déterminer si les interactions sociales limitent l'expression de ce comportement. L'impossibilité d'effectuer

une psychanalyse sur les animaux autres que les humains fait en sorte que la cause réelle de ce comportement reste ambiguë. Par contre, il a été découvert que le comportement homosexuel (CH) peut apporter des avantages au sein de différentes espèces du règne animal. En effet, d'après le compte rendu de Nathan Bailey, professeur à l'université de St-Andrews, il existe une grande variété de cas de séductions, d'accouplements et de copulations homosexuelles au sein de différents groupes d'animaux. Selon ces diverses études, les chercheurs ont fait ressortir plusieurs hypothèses et affirmations sur l'implication évolutive du CH et les fonctions qui lui ont permis de persister dans ces groupes d'animaux.

Tout d'abord, il a été proposé que le CH favorise l'établissement et le maintien de fortes interactions sociales et leur confère ainsi un avantage au niveau de la sélection naturelle. La sélection naturelle consiste à la sélection des individus qui ont une plus grande aptitude dans un environnement donné. Ceci implique que l'individu va avoir la meilleure stratégie et le meilleur compromis dans un milieu donné. Les fortes interactions pouvant être induites par le CH permettent d'améliorer la force du groupe et apportent des avantages au niveau des individus. Cette stratégie a été observée chez les mâles d'une population restreinte de Grand Dauphin (*Tursiops spp.*) par Mme Janet Mann, professeure de biologie à l'Université de Georgetown située sur les côtes australiennes. Dans cette population, l'homosexualité crée des groupes avec une haute affinité entre les mâles pour offrir ainsi un milieu plus avantageux pour une femelle et augmente la probabilité de la transmission du bagage génétique de ceux-ci. Chaque petit groupe coopère pour maintenir l'accès à une femelle pour assurer leur reproduction. Dans ce cas, la super-alliance joue un rôle de protection contre les intrusions de mâles étrangers.

Dans d'autres cas, le CH augmente la qualité des soins parentaux. Chez l'albatros de Laysan (*Phoebastria immutabilis*) à Hawaii, 31 % de couples femelle-femelle partagent la responsabilité de l'élevage des oisillons même si ce comportement ne permet pas d'avoir des petits. Cette

stratégie permet d'améliorer la qualité des soins parentaux ce qui augmente le taux de survie des oisillons. Cette stratégie pourrait être la sélection de parentèle. La sélection de parentèle permet de favoriser la descendance des individus par le biais d'actes altruistes. En effet, un individu aidant un autre individu ayant un certain pourcentage de similitude entre leur bagage génétique, favorise la descendance de leurs gènes. Selon la règle de Hamilton, ce comportement est rentable lorsque le coût de l'aidant est faible et que les deux individus partagent un grand nombre de gènes. Ce phénomène a également pu être observé chez certaines populations humaines où les hommes homosexuels ont tendance à être plus proches et plus attentionnés envers les membres de leur famille. M. Barthes, travaillant avec Michel Raymond (Ph.D) sur l'évolution du caractère de la préférence homosexuelle, nous a expliqué qu'un certain facteur génétique diminuerait le coût reproductif chez les hommes pour augmenter la fertilité chez les femmes. Ce facteur génétique pourrait alors être sélectionné au fil des générations.



Figure 4 : Deux mâles Bonobos (*Pan paniscus*).

Le CH permettrait également la diminution des agressions sexuelles et des conflits entre les membres d'une même espèce. Un mécanisme important d'un point de vue évolutif, car il évite le gaspillage d'énergie lors de bagarres, ainsi que des éventuelles blessures physiques pouvant fortement diminuer leurs capacités à parader et à lutter contre d'autres mâles. Chez les bonobos (*Pan paniscus*) du centre du Congo, les femelles exercent des interactions homosexuelles lorsque la tension sociale s'intensifie, par exemple au moment de la

compétition pour une ressource. Toujours dans le but d'apaiser les tensions ainsi que pour faciliter la réconciliation. Par ailleurs, la pratique d'un CH peut favoriser la réaffirmation de la dominance hiérarchique et de l'expression du statut social, afin d'éviter de futurs conflits, ainsi que de permettre l'apprentissage de la sexualité, comme chez le bison d'Amérique du Nord (*Bison bison*). Souvent un CH est pratiqué chez les bisons n'ayant pas ou peu accès à des femelles, elle a souvent une utilité d'apprentissage quand elle est pratiquée ainsi.

Chez certaines espèces, le CH peut carrément favoriser l'attraction du partenaire de sexe opposé. Pour de tels cas, les individus misent sur la capacité à remporter la compétition, via la sélection sexuelle. La sélection sexuelle est un processus de sélection des caractères sexuels secondaires qui permet l'augmentation de la probabilité d'accès à un partenaire du sexe opposé. En effet, souvent la sélection sexuelle se manifeste par des ornements ou des attributs *sexy* pour l'espèce, mais qui ne sont pas nécessairement adaptés pour se cacher ou fuir des prédateurs. Les mâles poissons « molly taupe » (*Poecilia mexicana*) attirent les femelles en leur prouvant leurs aptitudes sexuelles à travers le CH. En général, cette tactique de séduction est utilisée par les mâles ayant un handicap physique leur permettant ainsi de se mesurer aux mâles les plus colorés et les plus gros.

Certaines espèces utilisent le CH pour combler les désirs sexuels de leurs compétiteurs diminuant ainsi leurs activités hétérosexuelles, dans le but de limiter leur reproduction. De ce fait, les mâles non consentants, mais « malins », vont par la suite copuler avec d'autres femelles aux dépens des mâles qui ont voulu monter d'autres individus.

Chez plusieurs insectes, comme le tribolium rouge de la farine (*Tribolium castaneum*), les mâles engagent des interactions homosexuelles afin de transférer leur sperme de façon indirecte aux femelles. En effet, ils utilisent leurs partenaires homosexuels comme intermédiaires, pour ensemençer un plus grand nombre de femelles tout en minimisant leurs dépenses énergétiques. Cependant, il a été suggéré

que la majorité des observations de CH chez les insectes sont dues à un échec dans la différenciation entre les deux sexes. Cela peut être causé par une erreur dans le traitement de l'information sensorielle ou par le fait que l'individu visé ressemble considérablement aux partenaires hétérosexuels.



Figure 5 : Deux coccinelles asiatiques (*Harmonia axyridis*) et une coccinelle convergente mâle (*Hippodamia convergens*). Ce dernier montre un échec dans la différenciation des sexes et de l'espèce.

ET LA GÉNÉTIQUE, PEUT-ELLE EXPLIQUER L'HOMOSEXUALITÉ ?

Pour comprendre ces comportements, la science de la génétique nous offre certaines réponses. En effet, de nombreux gènes dits « modèles » influant sur le comportement sexuel ont été repérés chez la souris (*trp2*, α et β -ER), ou encore la drosophile (*tra-2*, *fru* et *dsf*). Leur existence prouve bien qu'il y a des gènes qui pourraient être reliés au comportement homosexuel.

La plupart des scientifiques s'accordent pour dire que ces gènes pourraient s'être perpétués via la sélection sexuelle antagoniste. Cette théorie démontre qu'un gène « X », transmis lors de la reproduction, favorise la préférence homosexuelle lorsqu'exprimé chez des hommes et conduit à une augmentation de la fertilité chez les femmes. Ce même gène se serait, au fil du temps, associé avec d'autres gènes contrôlant les soins parentaux.

Cette association permettrait d'une part d'augmenter la fécondité des femelles et d'autre part, d'augmenter les soins parentaux des mâles homosexuels envers les jeunes du groupe. Dans la nature, c'est un avantage considérable pour augmenter la survie des jeunes, car les mâles sont souvent peu présents après la naissance des jeunes. Il faut prendre en compte qu'avec le système de la reproduction sexuée, les femelles sont en infériorité numérique, de nombreux mâles doivent donc entrer en compétition pour obtenir le droit de s'accoupler avec le plus de femelles possible.

Chez l'humain, la science de la génétique a également permis des trouvailles importantes dans ce domaine. En effet, l'avènement de la génétique depuis les 20 dernières années, a permis des découvertes concrètes sur l'homosexualité. Elle a montré que c'est un trait contrôlé par la région q28 située sur le chromosome X.

Glossaire génétique

ADN (acide désoxyribonucléique) :

Molécule qui forme deux chaînes enroulées sur elle-même. Elle permet l'établissement d'un code ou d'un plan qui est utile pour assurer la construction et le fonctionnement d'un organisme tout au long de sa vie. L'ADN constitue aussi les chromosomes et elle est située dans le noyau des cellules.

Gène :

Unité d'information génétique située sur les chromosomes et composé d'une séquence particulière de nucléotides (A, T, G ou C) dans l'ADN.

Génétique :

Branche de la science qui étudie l'hérédité et la variation entre les individus. La variation et l'hérédité sont permises grâce à une reconfiguration de l'ADN.

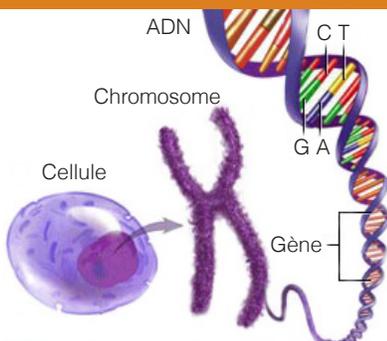


Figure 6 : Schéma de l'ADN.

Quelques molécules

SHBG (sex hormone-binding globulin) :

Protéine contenue dans le corps des primates. Cette protéine se lie à la testostérone et aux hormones sexuelles afin d'en assurer le transport dans l'organisme.

PCB (Polychlorobiphényles) :

Contaminants carbonés proches des hydrocarbures contenus dans les produits électroniques. Selon leur propriété chimique, ils sont en grande abondance dans les milieux urbains et naturels. L'accumulation de ce composé cause la perturbation de la régulation des hormones dans les organismes.

Les femmes (XX) sont moins sujettes à l'homosexualité que les hommes (XY), car le chromosome Y est de taille inférieure au chromosome X, il ne peut alors contrer l'action des gènes présents sur le chromosome X. Toujours chez l'être humain, Rahman et ses collaborateurs ont démontré un fait étonnant : les mères les plus fécondes sont également celles où le nombre d'homosexuels retrouvé est significativement plus élevé, confirmant l'existence d'un facteur génétique sexuellement antagoniste ! Une étude similaire faite aux États-Unis montre qu'il y a plus d'hommes homosexuels dans la population que de femmes homosexuelles. De plus, si une famille possède un enfant homosexuel, la probabilité de trouver un autre frère également homosexuel augmente fortement. D'ailleurs, beaucoup de scientifiques ont étudié des frères jumeaux et non jumeaux, afin de démontrer que l'environnement foetal et l'ordre de naissance jouent un rôle important dans l'acquisition de l'homosexualité.

Ils ont mis en évidence que le fait d'avoir des frères aînés augmente la probabilité d'environ un tiers, pour l'enfant suivant, d'être homosexuel. Cela pourrait s'expliquer par l'âge plus avancé des parents lors de la conception du deuxième enfant et/ou par l'action du système immunitaire maternel. En effet, les

cellules cérébrales fœtales exposent des molécules codées par des gènes du chromosome Y, pouvant être reconnues par le système immunitaire maternel. De ce fait, si de nombreux fœtus masculins se succèdent dans l'utérus, il y a fort à parier que les anticorps de la mère viendront perturber le développement cérébral d'un autre fœtus masculin. Ce faisant, les parties cérébrales contrôlant le comportement sexuel verront leur fonctionnement altéré.

UN DYSFONCTIONNEMENT HORMONAL PEUT-IL INFLUENCER UN INDIVIDU À ADOPTER UN COMPORTEMENT HOMOSEXUEL ?

En outre, l'environnement foetal et les hormones jouent un rôle important dans le bon développement du cerveau et des organes, ainsi que des attributs sexuels. Par exemple, les mères ayant une concentration plus faible en SHBG*, (protéine qui diminue la disponibilité de la testostérone) ont des filles ayant un comportement moins féminin. Cet effet se retrouve chez tous les primates, comme chez le ma-



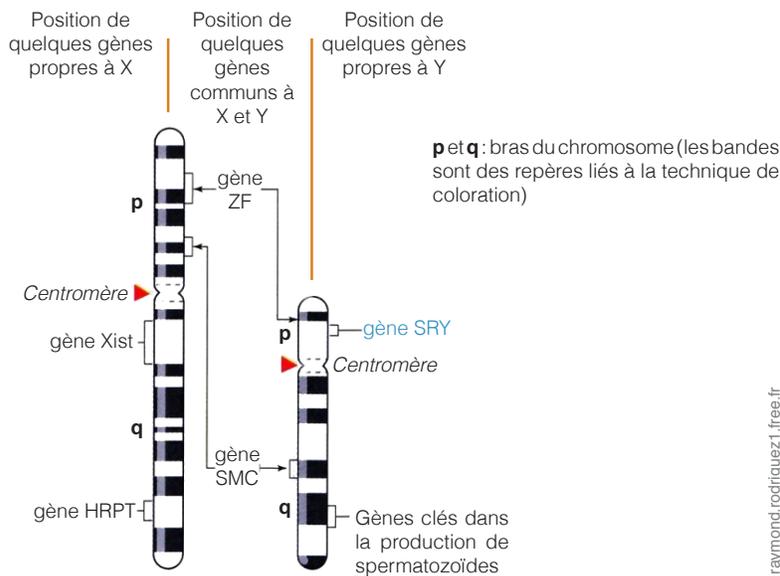


Figure 7 : Position des différents gènes chez un homme impliqué dans la sexualité sur les chromosomes sexuels.

© raymond.rodriguez1.free.fr

caque rhesus (*Macaca mulatta*). Par ailleurs, selon les études de M. Poiani : « les homosexuels masculins tendent à avoir des taux plus élevés en œstrogènes et autres hormones dites féminines ». De plus, le stress pendant la grossesse limite l'action des hormones stéroïdiennes et affecte la régulation hormonale, ce qui favorise la démasculinisation et féminise le comportement en stimulant les parties cérébrales liées au comportement.

Finalement, de nombreux composés étrangers peuvent venir altérer les hormones du fœtus. Le cas récent du bisphéno A, mimant l'action des œstrogènes, en est la preuve. Le fœtus humain est plus souvent exposé à des composés mimant l'action des œstrogènes ou bien diminuant l'action d'hormones liées aux caractères masculins, comme la pilule contraceptive, les PCB* ou encore la génistéine (soja, lupins...).

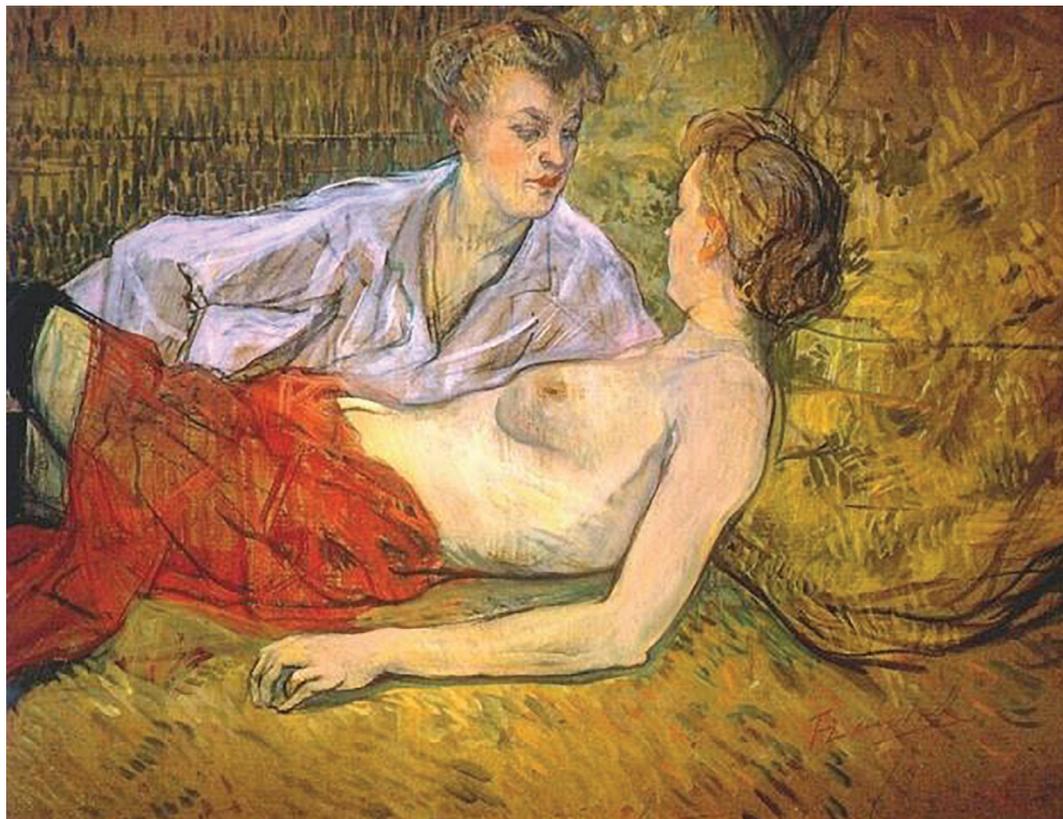
APRÈS TOUT, QUELLE EST LA CAUSE DÉFINITIVE QUI EXPLIQUE L'HOMOSEXUALITÉ SELON LES PSYCHOLOGUES ?

L'environnement et la génétique pourraient expliquer l'homosexualité, mais il reste toujours à savoir quels sont les

facteurs les plus influents. Selon l'entrevue effectuée auprès de Louise Cossette, professeure de l'Université du Québec à Montréal en psychologie, « [...] on se rend compte que la sexualité est expliquée par un ensemble de facteurs génétiques, sociaux, etc., qu'on est loin de tout comprendre [...]. Affirmer que c'est un ensemble de facteurs qui expliquerait que l'homosexualité est un progrès comparativement

à la vision simpliste d'avant. Le gène gai, le cerveau gai, un trouble hormonal, une expérience traumatisante pendant l'enfance [...] rien de tout ça n'explique réellement l'homosexualité ».

Les études scientifiques menées sur l'homosexualité n'expliquent pas encore tous les détails. Cependant, les études ont démontré comment les mécanismes génétiques et l'environnement social pourraient permettre l'apparition de comportements homosexuels chez certains individus appartenant à certaines populations. Les gènes peuvent permettre le développement de comportements altruistes ainsi qu'une fécondité améliorée. Ces deux paramètres offrent des avantages dans le cadre de la reproduction sexuée. Il faut bien se rappeler que chez tous les animaux, l'homosexualité stricte n'existe pas, de ce fait, à un moment ou un autre de leur vie, ils vont transmettre leurs gènes. Par ailleurs, on pourrait s'interroger sur le devenir de l'homosexualité. En effet, les caractéristiques physiologiques et comportementales liées à l'homosexualité pourraient leur conférer des avantages significatifs du point de vue de la sélection naturelle. ■



© Henri de Toulouse-Lautrec



© Marc-Olivier Beausoleil

Les rainettes DÉCHANTENT

Côté sombre de la pollution SONORE et CHIMIQUE

Par

Marc-Olivier Beausoleil, Katheri Deschamps,
Cédric Lejeune et Nicolas Morrissette



© Cédric Lejeune

Pour vous changer les idées, vous décidez d'aller faire une balade en forêt en ayant à l'esprit l'écoute des bruits de la « nature ». Lors de la promenade, vous entendez le chant de petits oiseaux comme les mésanges à têtes noires perchées dans les arbres sur de minces branches qui s'entrechoquent sous la brise du vent et créent une douce mélodie qui résonne dans votre tête. Près de là, un ruisseau coule dans un étang où les ouaouarons grognons se prélassent et coassent.

Le sentier prend ensuite un détour et longe une route principale qui vient récemment d'être construite. La douce musique des animaux et des arbres est remplacée par le vrombissement des voitures, des camions. Comme la randonnée était plus tranquille avant la construction de la route ! En plus, au loin, vous apercevez des travailleurs épandant des produits chimiques pour entretenir la route. De plus près, vous remarquez une petite mare où se trouvent des rainettes aux abords de cette route. Vous vous posez alors la question : comment la présence d'une route affecte-t-elle ces petites rainettes ? Y aurait-il une interaction

entre la pollution chimique et la pollution sonore ?

Des scientifiques se sont récemment penchés sur ces questions et tentent présentement d'y répondre. Ainsi, certains ont misé sur la rainette dont la communication est très développée. Ce petit organisme s'étant adapté à un certain paysage sonore voit sa communication, lors de la reproduction, affectée par la pollution sonore et chimique causée par les réseaux routiers. Ces deux types de pollution vont

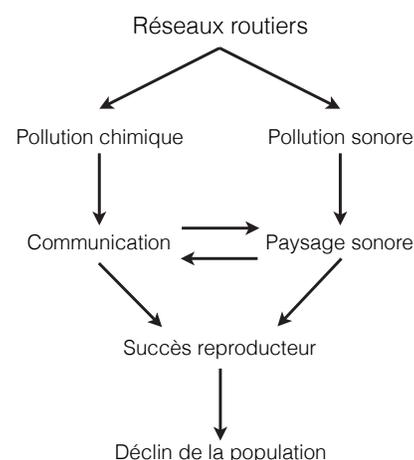


Figure 1 : Schéma de l'impact des réseaux routiers sur les populations de rainettes.

ensuite modifier le paysage sonore et la communication entre ces organismes, ce qui entraîne une limitation de leur capacité de se reproduire (figure 1).

LE PAYSAGE SONORE ET LA BIOACOUSTIQUE

Les va-et-vient des camions et des voitures sur les réseaux routiers créent de nouveaux sons dans l'environnement avoisinant. Dans un contexte de bioacoustique, soit l'étude de l'environnement sonore, le bruit est un son nuisible pour les organismes présents dans l'environnement. Ainsi, il faut connaître dans quel environnement sonore se situe cet amphibien. Le paysage sonore est composé de trois parties : la géophonie, la biophonie et l'anthropophonie (figure 2). La géophonie regroupe les sons produits par la partie physique ou non vivante de l'environnement comme le son de l'eau qui coule et le vent dans les branches. La biophonie correspond aux chants des oiseaux, le coassement des crapauds par exemple, donc aux sons générés par les vivants, mais qui ne sont pas produits par les humains. Finalement, l'anthropophonie contient les sons qui sont produits par l'homme et les machines. Ces trois niveaux acoustiques font partie intégrante d'un écosystème où plusieurs populations cohabitent dans un milieu donné. En d'autres mots, chaque fois que la rainette chante, il y a un compromis entre augmenter ses chances de trouver un partenaire ou risquer de se faire manger par un oiseau qui l'a repéré ! C'est dans ce

Un brin d'histoire

L'idée d'étudier l'environnement sonore ou la bioacoustique dans lequel les organismes se développent est relativement récente. Un des premiers écrits portant sur cette science remonte à 1925 où Ivan Regen étudiait les stridulations des criquets. À cette époque, les recherches se basaient sur l'émission du son de manière ponctuelle, sans prendre en compte son milieu en entier. Récemment, quelques scientifiques ont tenté d'explorer plus profondément et d'étudier les trois aspects du paysage sonore.

contexte, en présence de son, que certains organismes ont développé des méthodes de communications et des moyens d'assimiler le son de leur entourage.

Un chercheur à l'Université de Lyon, Thierry Lengagne, étudie ces mécanismes ainsi que l'impact de la pollution sonore générée par l'homme sur la rainette verte (*Hyla arborea*), espèce de la même famille que la rainette crucifère. Selon lui, le bruit généré par l'activité humaine crée une pression de sélection sur les organismes. Autrement dit, les espèces qui sont atteintes par la pollution sonore doivent s'adapter sur une longue période de temps ou s'acclimater rapidement en changeant de comportement. Par exemple, une exposition ponctuelle au bruit, comme le passage d'une voiture, peut entraîner un comportement de fuite. Une exposition chronique, quant à elle, peut modifier la densité des espèces près de la route. Ainsi, des Hollandais ont démontré que des oiseaux affectés par la pollution sonore ont déserté à environ un kilomètre de la route.

PAYSAGE SONORE ET AGENTS TOXIQUES

L'entretien des réseaux nécessite l'utilisation de produits chimiques, dont certains herbicides. Un de ceux-ci, l'atrazine (ATR), a des effets négatifs sur le système reproducteur des rainettes et leur communication ce qui modifie le paysage sonore. Ce toxique provoque une féminisation des grenouilles mâles et compromet le développement des organes reproducteurs. La féminisation est un phénomène où un individu mâle développe des caractères propres aux femelles de son espèce. Ce phénomène est causé par une forte augmentation des récepteurs hormonaux d'œstrogènes dans le cerveau des grenouilles. L'œstrogène est une hormone associée aux caractères féminins comme le développement des ovaires. Ainsi, cette augmentation de récepteurs hausse la sensibilité de l'organisme à sa propre production d'œstrogène. Lorsqu'il y a fixation de l'œstrogène au récepteur, un signal induit l'expression de caractères féminins. De plus, l'ATR augmente les cas d'hermaphroditisme, un phénomène où un organisme

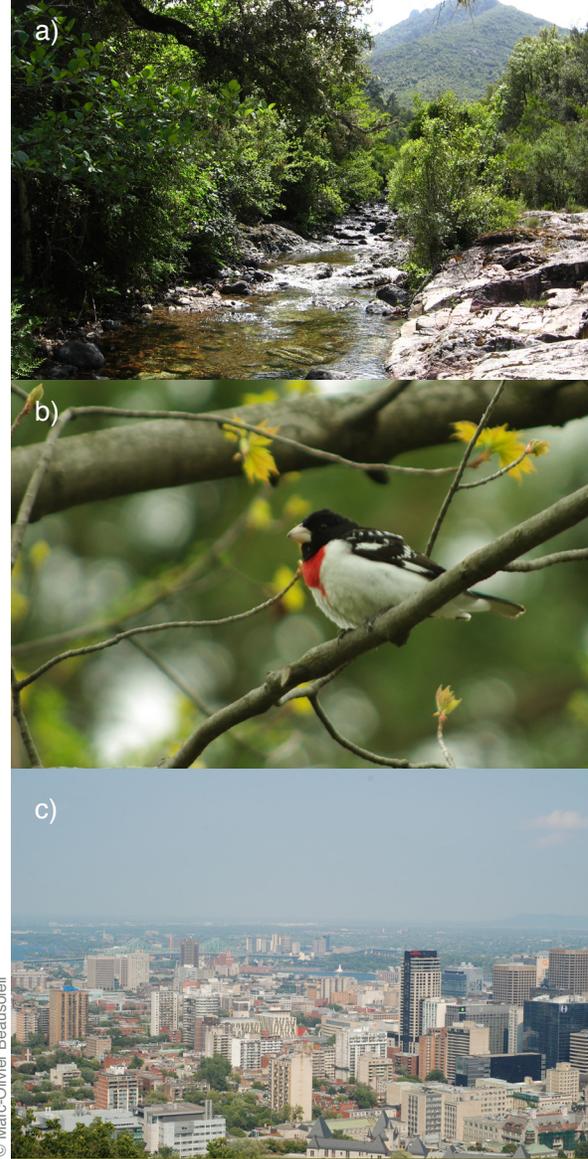


Figure 2 : Les trois composantes du paysage sonore. a) géophonie, b) biophonie c) anthropophonie.

est morphologiquement mâle et femelle. Cela a pour conséquence de les rendre infertiles.

En plus de féminiser les rainettes mâles, l'atrazine provoque une modification du chant de ceux-ci, causant ainsi une modification du paysage sonore. Cela est dû au fait que les mâles et les femelles ne chantent pas de la même façon. Ainsi, la modification du chant des mâles empêche les femelles à les retrouver. Ce toxique diminuerait les chances de se reproduire. L'atrazine est l'un des facteurs responsables du déclin des amphibiens dans les régions où il est utilisé. En analysant bien les conséquences que la pollution chimique et la pollution sonore peuvent provoquer chez les grenouilles, pour quoi le bruit n'est-il pas considéré comme une substance toxique ?

Selon le professeur Thierry Lengagne, le bruit ne peut pas être considéré comme étant un polluant chimique, puisque le son possède un mode d'action très différent d'un toxique. En effet, le son ne va pas perturber directement l'organisme, mais plutôt agir au travers de l'ouïe. Les modèles de réglementation utilisés pour limiter l'impact de polluants chimiques ne peuvent être utilisés tel quel pour encadrer la pollution sonore. Il serait par contre possible de s'en inspirer. Par exemple, depuis 2004, l'Union européenne a interdit l'utilisation d'atrazine sur son territoire. En connaissant mieux le mode d'action de la pollution sonore et ses effets, il serait possible de mettre en place des lois et des règlements mieux adaptés.

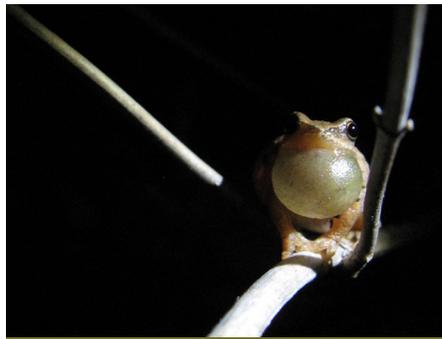


Figure 4 : Rainette crucifère chantant.

© Marc-Olivier Beausoleil

LES EFFETS DE LA POLLUTION SONORE SUR LA RAINETTE

Près d'une voie routière, le bruit produit par le passage des voitures peut avoir un grand impact sur la capacité des rainettes à se trouver un partenaire. Le son des voitures crée un bruit de fond, soit un bruit constant avec peu d'interruption, dans l'environnement des amphibiens et masque le chant des mâles qui veulent attirer les femelles. Selon une expérience de M. Lengagne, un autre amphibien, la rainette verte (*H. arborea*) est affecté par la pollution sonore. En effet, on constate une diminution de l'activité des mâles chanteurs par un changement de comportement. De plus, les femelles répondent plus lentement. Ce changement de comportement chez les rainettes crucifères peut réduire la quantité d'individus dans le plan d'eau où elles se trouvent et engendrer une progéniture moins nombreuse. Il a déjà été montré dans d'autres expériences que le nombre de têtards est proportionnel à l'effort de communication des mâles pour attirer les femelles.

Dans un autre ordre d'idées, les rainettes ne sont pas toujours présentes dans l'étang où elles vont se reproduire. Elles doivent se regrouper et ainsi se mettre à chanter en chorale. La pollution sonore qui est produite par les routes peut grandement nuire à la formation de ces chorales et aussi contribuer à des regroupements de rainettes moins grands.

Le son sous la loupe

Lorsque l'on parle des klaxons, des cris ou des coassements, c'est du son dont il est sujet. Celui-ci est défini comme étant des vibrations de particules dans un milieu donné (air, eau ou supports solides). Le son est ensuite perçu par l'ouïe, à l'aide de l'oreille chez l'humain ou de la membrane tympanique externe chez la grenouille (figure 3). Le son est caractérisé selon quatre propriétés physiques : la fréquence, l'intensité, le timbre et la durée. Simplement, la fréquence permet de faire la différence entre un son aigu et grave, l'intensité fait référence à un son fort ou faible et le timbre permet d'identifier la source sonore. Les espèces qui communiquent par le son le font dans une plage de fréquences différentes. Le son joue un rôle essentiel dans la façon où ces individus et leurs populations s'expriment, communiquent, se reproduisent et survivent. Il faut bien distinguer le bruit qui est un son culturellement déterminé comme désagréable ou un son nuisible pour un organisme dans le même milieu de la source du bruit.

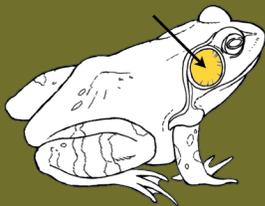


Figure 3 : La membrane tympanique chez une grenouille est située derrière l'oeil (en jaune au bout de la flèche). Le tympan de la rainette crucifère est par contre beaucoup plus petit.

© gouv. Colombie-Britannique

Ainsi, la présence d'une route peut avoir un impact important sur les populations de rainettes à travers la modification du paysage sonore. En effet, la rainette est un organisme au cycle de vie et aux comportements particuliers ce qui la rend spécialement sensible à la pollution chimique et sonore.

Le bruit, un danger pour la santé ?

Que vous habitiez en ville ou bien à la campagne, le bruit est partout. Plusieurs scientifiques mentionnent que le bruit est une nuisance pour la santé. Le bruit serait l'une des principales causes de maladies environnementales après la pollution atmosphérique et la fumée de cigarette. Certains bruits peuvent engendrer des pertes auditives et des bourdonnements au niveau des oreilles. Une exposition chronique au bruit augmente les risques d'infarctus et d'accident vasculaire cérébral. Par ailleurs, le bruit modifie le système hormonal et immunitaire et perturbe la qualité du sommeil. Le bruit causerait également des problèmes d'apprentissage, de comportements et de communication, tout en étant un facteur de stress important. Bien sûr, la sévérité des effets reliés au bruit dépend du temps d'exposition, de la fréquence des bruits (figure 5) et plusieurs facteurs tels que la pollution de l'air et le stress.

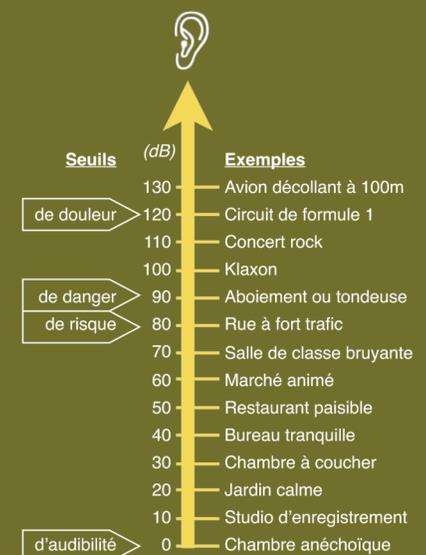


Figure 5 : Échelle de sons montrant les seuils d'effets liés à différentes sources sonores.

© hyperacousie.jimdo.com

LA RAINETTE CRUCIFÈRE, UN ORGANISME SENSIBLE

Un intérêt particulier a été attribué aux rainettes crucifères *Pseudacris crucifer* (figure 4) et les grenouilles, une de ses cousines, pour étudier les modifications du paysage sonore. Ces changements peuvent être dus à des toxiques ou à la pollution sonore. Leur facilité d'élevage en captivité, leur sensibilité aux changements environnementaux, leur importance écologique, mais surtout l'utilisation de coassement lors de la reproduction en font un bon modèle expérimental pour étudier comment un changement dans le paysage sonore peut affecter les organismes. Les expériences en laboratoire avec cet animal nous permettent d'isoler les effets du son. Par ailleurs, les rainettes comme les autres espèces d'amphibiens sont sensibles aux changements dans leur environnement.

Cette sensibilité est attribuable au fait qu'elles ont un cycle de vie aquatique et terrestre (figure 6). Par conséquent, elles sont exposées aux contaminants et aux perturbations présentes dans ces deux environnements, dont les polluants chimiques comme l'atrazine et la pollution sonore causée par les routes. Ce n'est pas tout, les rainettes respirent par leurs narines, mais surtout par leur peau mince. Ces petits amphibiens ont donc peu de barrières physiques empêchant l'entrée des toxines environnementales. De plus, les rainettes ont une importance écologique majeure dans les écosystèmes : elles servent de source de protéines pour ceux qui la consomment !

La communication chez les rainettes joue un rôle primordial dans leur cycle de vie, pour leur reproduction ainsi que dans le maintien de leurs populations. Leur coassement leur permet de trouver un partenaire de sexe opposé de la même espèce. Cette reconnaissance se fait grâce à de petites différences entre les chants des mâles et de femelles. Des différences dans le timbre, le rythme et la fréquence de leur coassement permettent de reconnaître les individus de leur propre espèce. De plus, le chant des grenouilles leur permet de sélectionner le partenaire idéal. Par exem-

ple, un gros mâle dominant aura tendance à chanter plus fort et se faire entendre par les femelles sur une plus longue distance. Il ne faut pas oublier que ces chants s'inscrivent dans un contexte d'un paysage sonore bien complexe. Il faut que les rainettes puissent se faire entendre à travers le chant des grillons et des oiseaux au sein du paysage sonore. De plus, les rainettes collaborent pour chanter. Elles se rassemblent en chœur, permettant ainsi leur coassement de porter plus loin. La rainette doit donc trouver un espace vacant dans les particularités sonores du paysage. Par exemple, le coassement du ouaouaron est grave et soutenu alors que la rainette crucifère chante de manière plus aiguë avec un rythme différent. Pour une oreille attentive, il est ainsi possible de facilement les distinguer. Le chant de la rainette n'entre donc pas en compétition sonore avec le ouaouaron.

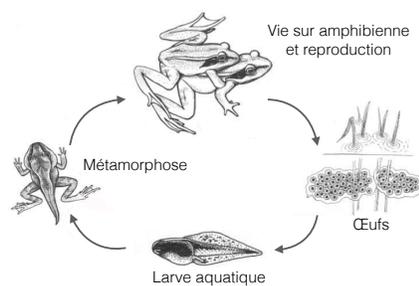


Figure 6 : Cycle de vie des grenouilles.

Par contre, pour la rainette, chanter présente aussi des désavantages. En annonçant sa présence à ses potentiels partenaires et à ses rivaux, elle risque aussi d'attirer des prédateurs comme le grand héron ou d'autres oiseaux. C'est donc pour éviter d'annoncer sa position lors de la période d'activité de ses prédateurs, soit le jour, que la rainette va coasser tôt le matin et tard le soir. Son cycle de vie mi-aquatique, mi-terrestre, sa manière particulière de respirer, l'importance de la communication lors de la reproduction sont toutes des caractéristiques de la rainette qui la rend particulièrement sensible à la pollution chimique et la pollution sonore. Ces atteintes interagissent ensemble et diminuent la fertilité et la capacité de trouver des partenaires chez les rainettes. De plus, ils modifient le paysage sonore pour fin-



Figure 7 : Rainette crucifère.

alement entraîner une diminution de leur capacité à se reproduire ce qui met à risque la survie de certaines populations.

PERSPECTIVES

Une route peut donc avoir des effets importants sur le paysage sonore dû à la présence de contaminants toxiques et à la pollution sonore. Ces deux types de pollutions peuvent ensuite interagir entre elles et mettre à risque certains organismes dépendant de la communication sonore comme la rainette crucifère. Ces problèmes sont accentués par l'expansion rapide des réseaux routiers qui viennent modifier le paysage sonore. La rainette crucifère, habituée à l'absence de route, fait face à la nécessité de modifier son comportement afin de trouver ces partenaires sexuels. Il n'y a pas de déclin majeur dans les populations de rainette qui ait été observé, par contre, suite à plusieurs études, nous savons qu'elles sont affectées par la construction des routes que ce soit par la perte d'habitat, par la pollution chimique ou par la pollution sonore. Pourquoi attendre quand on peut agir ? Il est donc important de résoudre ce problème et d'arriver à conscientiser les gens afin que des initiatives individuelles, locales et nationales soient prises. Tel que dit précédemment, la bioacoustique est un domaine très peu connu, mais les quelques scientifiques s'y intéressant sont des passionnés qui ont pour but, entre autres, de passer le flambeau à une relève éduquée. ■



La ruche de L'ESPOIR

Des remèdes qui piquent la curiosité...

Par
*Marie-Ève Perras-Lortie, Stéphanie Potvin,
Valérie Tchang et Philippe Voyer*

Atteints d'un vilain rhume, nous avons tous déjà fait de l'apithérapie sans le savoir. Du miel, du citron et de l'eau chaude, cette bonne vieille recette de grand-mère en a soulagé plusieurs. Se soigner avec les abeilles ? Une pratique qui existe depuis fort longtemps !



Apis mellifera.

© Canadian Honey Council

L'abeille domestique (*Apis mellifera*) est originaire de plusieurs régions : Afrique, Europe et Moyen-Orient. Celle retrouvée chez nous, en Amérique du Nord, proviendrait d'Europe. Cette petite ouvrière qui vit en colonie rend de nombreux services à l'Homme. Elle féconde les fleurs par la pollinisation, ce qui permet aux fruits de se développer. Elle fabrique aussi le miel que nous consommons pour son goût sucré et ses nombreuses vertus.

D'autres produits peuvent être récoltés à même la ruche, dont les pelotes de pollen, la cire, la propolis et la gelée royale. L'utilisation des produits de la ruche à des fins diététiques ou thérapeutiques se nomme l'apithérapie.

LES PAYS ENGAGÉS

D'origine latine, « *api* » veut dire abeille et « *thérapie* », signifie cure ou soin. C'est en 1984 à Bucarest que le premier centre médical d'apithérapie ouvra ses portes. La Roumanie a adopté cette alternative,

Quelques produits de la ruche

Le pollen

Le pollen se colle et s'accumule sur les pattes de l'abeille sous forme de pelotes. L'abeille rapporte à la ruche les pelotes qui servent de nourriture. Le pollen contient des vitamines B, des minéraux, des antioxydants et des substances immuno-stimulantes. Comme ce pollen n'est pas inhalé, il est moins susceptible de causer des réactions allergiques chez les personnes souffrant d'allergies saisonnières.



© beeftxt.com

La gelée royale

Cette substance prisée pour ses caractéristiques tonifiantes et aphrodisiaques est normalement destinée à nourrir toutes les larves et à celles qui deviendront reines. La gelée royale contient des hormones de croissance, des protéines, des sels minéraux et des vitamines.



© blog.bouger-manger.fr

La propolis

La propolis est une substance résineuse végétale récoltée sur les plantes semblables à de la colle. Elle sert à boucher les orifices de la ruche pour la garder au sec et à empêcher les courants d'air.



© Multinectar, S. L.



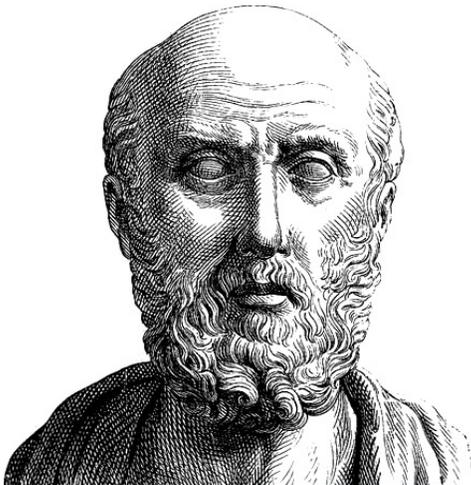
Injection du venin d'abeille à un point d'apuncture.

© C. Nicollet

car son accès aux médicaments est très limité. Dans ce pays, cette pratique est officiellement reconnue comme une médecine alternative. Les Cubains ont également recours à l'apithérapie qui, depuis 2005, a remplacé 70 % de la pharmacopée de la médecine moderne et est désormais déclarée une solution nationale de santé publique. Plusieurs cliniques à travers le monde soignent des patients avec les traitements à base de venin d'abeilles.

VESTIGES DE L'APITHÉRAPIE

L'apithérapie, qui gagne en popularité depuis plusieurs années, est une médecine douce qui était déjà utilisée durant l'Antiquité. Des textes chinois vieux de 2000 ans en font mention.



fr.wikipedia.org



Louis Félix Amiel

Hippocrate, Ivan le Terrible et Charlemagne.

Des personnalités historiques dont le médecin et philosophe Hippocrate (IV^e siècle av. J.-C.), le roi et empereur Charlemagne (VIII^e siècle) ou encore le premier tsar de Russie, Yvan le Terrible (XVI^e siècle) auraient tous eu recours à des traitements utilisant les piqûres d'abeilles.

L'APIPUNCTURE DANS L'APITHÉRAPIE

L'abeille, qui est souvent redoutée pour la douleur et l'inflammation que suscite sa piqûre, est beaucoup moins connue pour les effets bénéfiques que peuvent apporter son venin.

L'apithérapie est l'utilisation de tous les produits du rucher à des fins médicales alors que l'apipuncture est une branche très spécifique de l'apithérapie. Elle consiste en l'utilisation du venin d'abeilles en ayant recours à des piqûres le long des méridiens des points d'acupuncture. Le venin est utilisé dans la pratique d'apipuncture; il est injecté directement au patient soit par voie intramusculaire à l'aide d'une seringue ou via le dard de l'abeille. Les multiples points d'injections du malade sont choisis selon les zones douloureuses à traiter ou selon des points préétablis par l'acupuncture permettant de provoquer l'action souhaitée sur le corps. La fréquence, la dose et le nombre d'injections diffèrent d'une maladie à l'autre et d'un patient à l'autre.

Chaque individu doit trouver le rythme qui lui convient. Cette pratique ancestrale est surtout utilisée comme méthode de soins pour traiter les rhumatismes et les maladies neurologiques telles que la sclérose en plaques, l'Alzheimer et le Parkinson. Une fois le dard inséré dans la peau, celui-ci y reste entre 5 et 15 minutes et libère entre 0,1 et 0,5 milligramme de venin, l'équivalent du poids d'une toute petite mouche à fruit! Sachez que ces butineuses ne sont pas les seules à posséder un venin thérapeutique. Les serpents et les scorpions détiennent des venins aux propriétés analgésiques, anti-tumorales et anti-métastatiques. Transposées au domaine pharmaceutique, les propriétés de ces venins permettent d'imaginer de nouveaux médicaments plus spécifiques et aux effets secondaires moindres.



© Chung Jim Biotech Co., Ltd

Points utilisés en apipuncture.

LA PIQÛRE QUI SOULAGE

Désespérés et prêts à tout pour guérir, plusieurs patients atteints de sclérose en plaques ont tenté l'apithérapie et font état de réduction de leurs douleurs, d'une vision améliorée et d'une énergie accrue. Pour Martin Hamel, diagnostiqué avec la sclérose en plaques en 2002, une piqûre de cet insecte représentait un grand soulagement pour les douleurs liées à sa maladie : rigidité, engourdissements, fatigue extrême, maux de tête, etc. En 2005, un médecin lui confirme que sa maladie évoluera vers la paraplégie d'ici peu. La même année, Martin découvre les vertus de l'apithérapie. Déterminé à obtenir une meilleure qualité de vie, il a pris les grands moyens afin de pratiquer l'apipuncture à la maison. Il possédait trois ruches domestiques qui abritaient



© Le Soleil - M.P.

Martin Hamel, 2006.

60 000 abeilles. À l'aide de sa conjointe, il sélectionnait quelques-unes de ses abeilles qu'il utilisait à des points précis le long de son corps.

COLONIE MONDIALE

Théodore Cherbuliez est un médecin d'origine suisse se consacrant à la formation des apithérapeutes aux États-Unis, en Chine et à Cuba. Il a contribué à la reconnaissance internationale de l'apithérapie en participant à la création de la Commission Permanente d'Apithérapie d'Apimondia. Cette Commission est un lieu de promotion, de diffusion, de réflexion et de formation de l'apithérapie. Sa mission scientifique et humanitaire est de promouvoir l'application des recherches utilisant les différents produits de la ruche à des fins thérapeutiques et médicales.



© Apimondia

LE VENIN

Le venin d'abeilles contient de petites molécules, les neurotransmetteurs, dont la sérotonine et la norépinéphrine, qui aident à la transmission des signaux chimiques entre les cellules nerveuses. Le venin d'abeilles est aussi composé d'environ 50 % de mélittine qui stimule la production de cortisol, un stéroïde naturel produit par le corps. Le cortisol, connu en tant qu'hormone du stress, a des effets anti-inflammatoires. La mélittine serait 100 fois plus puissante que l'hydrocortisone, un anti-inflammatoire synthétique couramment utilisé en médecine moderne. Le venin permet la réparation des nerfs endommagés en circulant dans les voies nerveuses. Il aide ainsi les individus atteints de sclérose en plaques à retrouver leur mobilité.

Sac à venin



© G. Chauvin

Le venin d'abeilles est sécrété à partir des glandes acides et basiques des femelles seulement. Une fois qu'elles ont piquées, les abeilles ouvrières ne peuvent retirer le dard de leur victime et meurent dans les heures suivant la piqûre. Le sac à venin reste accroché avec le dard et continue de se contracter plusieurs minutes après l'injection du venin.

L'apamine est un autre composant important du venin d'abeilles. Cette substance augmente la transmission entre les cellules nerveuses et la concentration en dopamine. Ceci est important dans le cas de la maladie du Parkinson où la concentration de dopamine produite par le corps est insuffisante. Selon une étude menée par Dr Song Min Lee et associés en 2012, le venin d'abeilles aurait aussi la propriété d'inhiber la mort des cellules trop stimulées par le glutamate, un autre neurotransmetteur. En effet, la mort des cellules peut être due à des changements au niveau de la libération et de l'absorp-

Que retrouve-t-on dans le venin d'abeille ?

Le venin d'abeilles, ou apitoxine, est composé de peptides actifs, dont la mélittine, la phospholipase A2, l'apamine, l'adolapine et des peptides (protéines). La mélittine est un petit peptide linéaire composé de 26 acides aminés qui compose environ 50 % de l'apitoxine. Ce composant a la propriété de stimuler la production de cortisol par les glandes adrénales, ce qui lui confère des propriétés anti-inflammatoires. L'apamine est une neurotoxine de 18 acides aminés, la plus petite connue et est la seule qui passe la barrière entre le cerveau et le sang. Cette toxine cible les neurones où elle inhibe la conduction des canaux libérant de la dopamine, ce qui peut avoir des effets thérapeutiques chez les gens atteints du Parkinson.

tion du glutamate. Les déséquilibres à ce niveau seraient impliqués dans les maladies d'Alzheimer et du Parkinson.

PARTENAIRE DES ABEILLES

Afin d'exploiter les produits de la ruche, l'Homme a su travailler conjointement avec les abeilles en optimisant leur survie, leur procurant abri, soins et protection. Les personnes souhaitant s'initier à l'apiculture seront heureuses d'apprendre qu'elle est facilement praticable, demande peu de matériaux coûteux et les techniques de base s'apprennent facilement. Bien que l'apiculture se pratique majoritairement en milieu rural, une certaine proportion est également pratiquée en milieu urbain. Effectivement, en 2012 à Montréal, on a recensé 165 ruches pour un total de 20 ruchers sur le territoire. De plus, au Québec le nombre de ruches a augmenté de 33 % entre 1998 et 2010. L'apiculture urbaine fait partie d'un mouvement mondial ayant pour but de lutter contre la disparition des abeilles. Ces dernières s'adaptent facilement aux milieux urbains, car on y retrouve une très grande diversité de plantes à fleurs et l'utilisation de pesticide y est moindre que dans le milieu agricole.

Apiculture VS effondrement des colonies d'abeilles ?

L'implantation à plus grande échelle de nombreux ruchers pourrait-elle être une façon de contrer l'effondrement des colonies d'abeilles ? Selon Alain Péricard, apiculteur urbain, l'apiculture urbaine est utile, car elle sensibilise et éduque les citoyens des grandes villes aux effets bénéfiques des pollinisateurs, mais il est peu probable de sauver les abeilles en intégrant des ruches en milieu urbain.

Comme l'explique Alexis Nivet, apiculteur urbain : « *L'apiculture urbaine doit respecter plusieurs facteurs pour assurer sa réussite : le rucher doit se trouver dans un endroit sec, ensoleillé et protégé du vent. De plus, il doit être à l'abri des animaux, par exemple des oiseaux et des souris, du bruit et de la poussière pou-*



© François Pesant

vant nuire à la production des abeilles. L'endroit idéal serait calme, à l'abri des regards et à proximité d'un point d'eau naturel. Le rucher urbain doit répondre à une réglementation provinciale indiquant que celui-ci ne peut être placé à moins de 15 mètres d'une voie publique ou d'une habitation ». Aussi, l'entretien du rucher doit se faire sur une base quotidienne afin d'établir les conditions favorables à une bonne croissance démographique de la colonie. Il empêche aussi que le rucher ne soit envahi par les parasites.

UNE RÉCOLTE SURVOLTÉE

La collecte du venin d'abeille peut se faire en incitant celle-ci à piquer un collecteur de venin électrifié (20 à 30 volts) composé d'une mince membrane de latex tendue placée près du rucher. Détrompez-vous! Cette technique n'est pas mortelle, elle rend seulement les abeilles agressives les poussant à utiliser leur dard sur le collecteur. La fine membrane de celui-ci, contrairement à la peau, ne retient pas le dard et permet à l'abeille de survivre.



Collecteur de venin.

De plus, l'odeur du venin contient une substance, les phéromones, qui attire les autres abeilles et les incitent également à piquer la membrane!

Avec cette technique, on peut récolter environ 50 milligrammes de venin par ruche, ce qui équivaut entre 100 et 500 piqûres sur le collecteur de venin. Cette petite quantité de venin représente une mine d'or pour les patients d'apipuncture, car les injections par seringue ne requièrent que des quantités de venin de l'ordre de 0,1 à 0,2 milligramme. Le venin est récupéré sous forme d'une poudre blanche très toxique.

Le saviez-vous ?

Le venin d'abeille peut remplacer le Botox® pour lutter contre les rides !

Afin d'obtenir sa forme finale, il doit être lyophilisé, ce qui a pour but de déshydrater un produit, tout en conservant ses propriétés comme on le fait pour la nourriture des astronautes! La récolte du venin d'abeille est une tâche minutieuse qui doit être faite par des apiculteurs formés à cet effet. Le venin d'abeilles sous forme d'extrait n'est pas disponible au Québec.



© faidatlemaria-pianetadonna.it

POLITICALLY CORRECT ?

Pour chaque injection d'apipuncture en utilisant une abeille vivante, celle-ci est sacrifiée. Une séance d'apipuncture pour les patients atteints de sclérose en plaques utilise en moyenne 3000 abeilles par année, à raison d'environ 30 abeilles par séance. Sachant que les colonies d'abeilles sont en déclin, une telle pratique devrait-elle être contrôlée ?



© lefigaro.fr

Dard d'abeille.

OUI OU NON À L'APIPUNCTURE ET À QUEL PRIX ?

Contrairement à la médecine moderne où plusieurs produits chimiques sont utilisés, l'apithérapie n'entraîne pas d'effets secondaires indésirables. À long terme, il n'existe aucune contre-indication majeure ni de risque d'incompatibilité avec d'autres médicaments. Les faibles coûts reliés à l'apithérapie sont également un avantage par rapport à la médication moderne. Toutefois, certaines personnes peuvent développer une allergie au cours du traitement. En effet, les protéines contenues dans le venin d'abeille peuvent être allergènes. Il faut donc être prudent, n'administrer que de très petites doses et

© beewhisper.com

surveiller la réponse du patient de très près au début du traitement. Dans le pire des scénarios, le patient pourrait développer une réaction allergique du type « anaphylaxie », soit l'enflure des tissus. Cette réaction peut conduire à une réduction importante de la pression sanguine, des difficultés respiratoires et un état de choc général. Néanmoins, cette pratique

Mise au point sur trois maladies

La **sclérose en plaques** est une maladie neurodégénérative qui affecte le système nerveux en s'attaquant à la myéline, la gaine protectrice qui entoure les cellules de notre système nerveux. Il en résulte des perturbations de la transmission de l'influx nerveux dans les fibres nerveuses qu'on appelle les axones. Cette détérioration peut être irréversible et cause des symptômes très variés. Ces symptômes vont des troubles intestinaux en passant par la dépression, la douleur, la faiblesse, la fatigue et les étourdissements.

L'**Alzheimer** est une maladie qui implique la mort des neurones, les cellules nerveuses du cerveau. Les symptômes vont de la perte de mémoire à court terme et de l'altération du raisonnement, du langage, du jugement et de l'humeur.

La maladie du **Parkinson** est une maladie neurodégénérative qui se caractérise par un trouble du mouvement qui s'explique par la mort de cellules synthétisant la dopamine. L'importante diminution de la concentration en dopamine cause les symptômes caractéristiques de la maladie ; les plus fréquents sont les tremblements, la lenteur et la rigidité musculaire.

permettrait de soulager les maux chez les individus atteints de sclérose en plaques plutôt que d'agir en tant que traitement. Les résultats des études scientifiques utilisant le venin d'abeille comme traitement sont contradictoires. Certaines études démontrent l'utilité du venin d'abeille pour traiter certaines affections tandis que d'autres n'ont obtenu aucun résultat concluant. L'apipuncture devrait donc être jumelée aux traitements prescrits par la médecine moderne.

L'APIPUNCTURE CHEZ NOUS

Au Québec, aucune clinique n'est autorisée à pratiquer l'apipuncture, en raison d'une intervention du Collège des médecins du Québec. De plus, la société de la sclérose en plaques ne recommande pas ce traitement, en s'appuyant sur une étude menée par Wesselius et associés en 2005 sur une cohorte de patients atteints de la sclérose en plaques. Cette étude aurait démontré que le venin n'avait aucun effet bénéfique ou néfaste sur les patients. Malgré un nombre d'études insuffisant, le venin d'abeilles aurait des effets bénéfiques selon les types de maux traités. Une revue de la littérature scientifique menée par Dong Ju Son en 2007 a permis de trouver un très grand nombre d'études démontrant les effets anti-arthritiques, anti-inflammatoires et anti-cancérigènes du venin sur des modèles animaux et au niveau cellulaire. Les résultats obtenus lors de ces études sont toutefois considérés comme hypothétiques, car aucune étude clinique sur une cohorte représentative d'individus n'a été réalisée. Les

La population du Québec est vieillissante et les générations issues du baby-boom feront bientôt parties de la tranche d'âge des 65 ans et plus. En 2009, c'était 15 % de la population de la province qui avait cet âge et plus. D'ici 2031, cette proportion dépassera les 25 %. Des pathologies qui affectent le système nerveux, telles que l'Alzheimer et le Parkinson, sont susceptibles de faire leur apparition.

études menées par Song Min Lee, Soo-Jung Kim et Young-Bae Kwon et leurs associés ont démontré le potentiel de l'utilisation du venin d'abeille *in vitro* sur des cellules et sur des rongeurs pour traiter le Parkinson, l'Alzheimer, l'athérosclérose et l'arthrite. Des études sont également en cours pour tester l'effet du venin d'abeille dans le traitement des tumeurs, du cancer et du Sida. Selon Alain Péricard, ardent défenseur de l'apithérapie, la seule façon d'avoir recours à l'apipuncture au Québec est de faire affaire directement avec un apiculteur ou de posséder sa propre ruche de l'espoir!

LA SUITE DES CHOSES...

À ce jour, Martin Hamel ne pratique plus l'apipuncture, car l'état avancé de sa maladie le contraint à rester dans un centre hospitalier loin de sa famille et de ses ruches. Contrairement aux prédictions de son médecin, il n'est pas devenu paraplégique, mais se retrouve malgré tout alité en permanence. Une question demeure, Martin Hamel aurait-il pu retarder son arrivée au centre si les traitements entourant l'apipuncture au Québec étaient encadrés par le système de santé? ■



REMERCIEMENTS

Pour cette 8^e édition, le comité de rédaction du magazine *Le Point biologique* a eu un appui considérable de plusieurs acteurs. Tout d'abord, nous tenons à souligner le travail monumental du comité de rédaction de cette édition, sans qui ce magazine n'aurait jamais vu le jour. Aussi, nous ne pouvons passer sous silence l'effort et la qualité de tous les articles rédigés par les étudiants dans le cadre du cours de Projet Multidisciplinaire. Nous félicitons au passage les auteurs des articles qui ont été sélectionnés pour publication dans cette édition. Bravo à tous les finissants en biologie, vous pouvez être fiers de vous !

Nous tenons à remercier les membres du comité de sélection pour avoir accepté la tâche difficile de choisir les meilleurs articles de façon juste et rigoureuse, et nos professeurs, Catherine Mounier et Pedro Peres-Neto, pour nous avoir poussés à nous dépasser tout au long du processus. Il est important de souligner l'excellent travail de tous les candidats du concours artistique pour la couverture du magazine, plus spécialement celui de Günes-Hélène Isitan, gagnante du concours et créatrice de la couverture de la présente édition.

Aussi, un merci tout spécial à Diane Careau, conseillère au service à la vie étudiante de l'UQAM, qui nous a guidés avec sagesse durant ce parcours. Nous devons également beaucoup à Édith Lagacé, rédactrice en chef de la 7^e édition du magazine, Michel Tremblay, technicien à Repro-UQAM, et aussi Benjamin J. Allard, conseiller en graphisme, pour leur conseil et leur support technique pour la publication de cette édition.

Enfin, nous remercions nos partenaires financiers, le Département des sciences biologiques de l'UQAM, l'Association étudiante du secteur des sciences (AESS), le Regroupement des étudiant(e)s en écologie et biologie de l'UQAM (RéébUQAM), le Service à la vie étudiante (SVE) et Repro-UQAM.

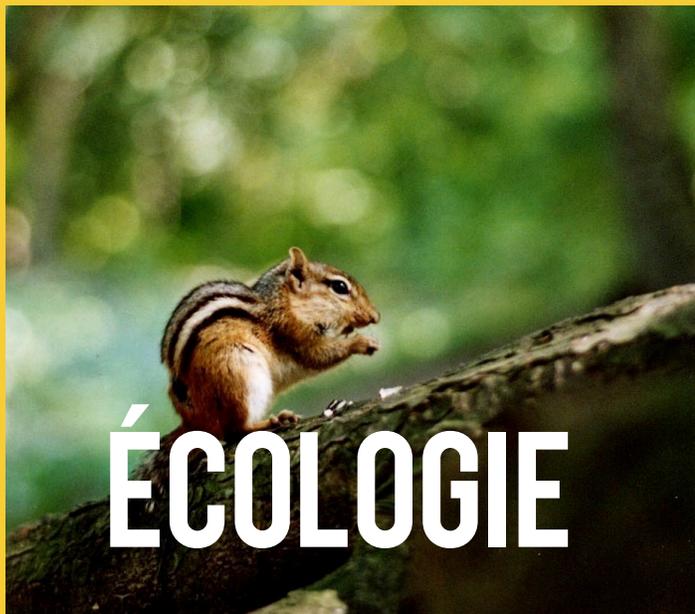
Cette 8^e édition du magazine de vulgarisation scientifique *Le Point biologique* se veut une ode à l'art visuel, l'art de la communication, et bien sûr, l'art de la science. L'approche multidisciplinaire est au centre même de cette unité qu'est *Le Point biologique*, et nous espérons que cette multidisciplinarité sera le mot d'ordre pour l'avancement des sciences biologiques dans les années à venir.

Merci de nous avoir donné l'occasion de laisser une marque dans le domaine scientifique.

Le Comité du magazine *Le Point biologique*

L'AESS c'est l'association facultaire du secteur des sciences. Elle regroupe tous les étudiant(e)s du baccalauréat jusqu'au doctorat. Que ça soit pour donner un coup de pouce pour un projet, d'animer la vie étudiante ou de rassembler les étudiant(e)s autour d'enjeux sociaux ou politiques, l'AESS est là pour ça ! Nous défendons l'écologie, le féminisme, l'éducation accessible et les logiciels libres. Pour plus d'informations, venez nous rencontrer au SH-R530 ou nous contacter à aess@aessuqam.org !

Association facultaire du secteur des sciences (AESS)



ÉCOLOGIE



BIOTECHNOLOGIE



SANTÉ ENVIRONNEMENTALE ET TOXICOLOGIE

bio.uqam.ca

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

Premier cours au centre écologique de
Saint-Michel-des-Saints

Classe d'environ 12 étudiants
accompagnés d'un tuteur

Équipe dynamique
Professeurs réputés

Choix de trois axes pour la
troisième année :

Écologie

Biologie moléculaire et biotechnologie

Toxicologie et santé environnementale

Stage de recherche et/ou en entreprise

Préparation aux cycles
d'études supérieures

Possibilité de stage à l'étranger

Pour plus d'informations, communiquez
avec le module de biologie

2080, rue St-Urbain, SB-R810

Téléphone : (514) 987-3654

Courriel : moduledebiologie@uqam.ca

Site web : <http://bio.uqam.ca/>