

LE POINT **B**IOLOGIQUE

Présenté par les finissants et finissantes du
baccalauréat en biologie par apprentissage
par problèmes de l'UQÀM

VOLUME 7 – AVRIL 2013



Les chauves-souris ne sourient plus ! / L'amarante déclare la guerre sur les platebandes de Monsanto

Une prescription pour l'environnement / «Babyboom» sur la banquise !

Les plantes : majeures et vaccinées / L'épaulard nage dans les eaux troubles

LE POINT BIOLOGIQUE

Édité par le regroupement des étudiants-
es 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 : Édith Lagacé

Rédactrice adjointe et trésorière :
Kamille Bareil-Parenteau

Comité de coordination : Catherine
Paquette et Andréanne Girard-Kemp

Rédacteurs / rédactrices :

Marie-Joëlle Auger, Florence Bélanger,
Marc-André Clément, Geneviève Collin,
Marie-Lou Cuerrier, Marie-Michèle Dal-
laire, François Dallaire, Alexandre Fouillet,
Laurent Fraser, Fanny Gagné, Andréanne
Girard-Kemp, Christophe Jenkins, Sylvain
Junior Henrie, Catherine Landry, Cath-
erine Lévesque, Catherine Paquette, Ari-
ane Paquin, Julie Pelletier, Laura Jeanne
Raymond-Léonard, Yuli Ruiz, Étienne
Saint-Hilaire et Christopher Warburton.

Responsable du comité de sélection :
Marie-Agnès McCallum

Comité de sélection :
Simon Chaussé, Mathieu Desroches,
Geneviève Grenier, Robert Moreau, Sabri
Rial, Émilie Rivest, Méline Scheunpflug,
Céline Signor et William Vickery.

Révision linguistique / correction :
Yann Gauthier et Florence Bélanger

Graphisme et mise en page :
Laura Jeanne Raymond-Léonard, Ariane
Paquin et Florence Bélanger.

Lancement :
Andréanne Girard-Kemp, Ariane Paquin et
Emilie Perrault.

Encadrement professoral :
Catherine Mounier et Tanya Ira Handa

Autre collaboratrice :
Constance Laroche-Lefebvre

Impression :
Repro-UQÀM

ISSN : 1913-2697

Les textes publiés dans cette revue peu-
vent être reproduits, copiés, distribués ou
modifiés en autant que l'on fasse mention
de la source. Par contre les images ne
peuvent être reproduites ou redistribuées.
Copyright Mai 2013

Pour rejoindre l'équipe de la revue :
point-biologique@gmail.com

* Oiseaux sur la couverture inspirés
d'*Audubon Society*.

MOT DEL'ÉDITRICE

C'est avec un immense plaisir que nous vous présentons la 7e édition du Point Biologique. Cette année, la revue de vulgarisation vous présente pas moins de six articles écrits par les finissants du Baccalauréat en biologie en apprentissage par problèmes de l'UQAM. Le Point Biologique est une belle vitrine sur les 3 spécialisations du Bac, soit l'écologie, la biologie moléculaire et la toxicologie, en plus de traiter de l'aspect social. La publication de cette revue, qui nous espérons rendra la science accessible à toute la société, a été rendue possible grâce à une merveilleuse équipe d'étudiants et de bénévoles qui se sont donné corps et âme à ce projet.

De la part de toute l'équipe,
Bonne lecture !

Edith Lagacé, éditrice



*En arrière, de gauche à droite : Ariane Paquin, Laura Jeanne Raymond-Léonard, Florence Bélanger, Émilie Perrault, Édith Lagacé, Marie-Agnès McCallum
En avant, de gauche à droite : Catherine Paquette, Kamille Bareil-Parenteau, Yann Gauthier, Andréanne Girard-Kemp, Constance Laroche-Lefebvre*



© <http://www.telequebec.tv/>

3



© www.floredelachampagne.com

7



© lesamisdulicheieu.blogspot.com

12



<http://www.onekind.org>

17



© <http://ipeditiv.centerblog.net>

22



© <http://www.fish-journal.com>

27

LE POINT BIOLOGIQUE

Volume 7 - Printemps 2013

SOMMAIRE

Les chauves-souris ne sourient plus ! 3

L'amarante déclare la guerre sur les plate-bandes de Monsanto 7

Une prescription pour l'environnement 12

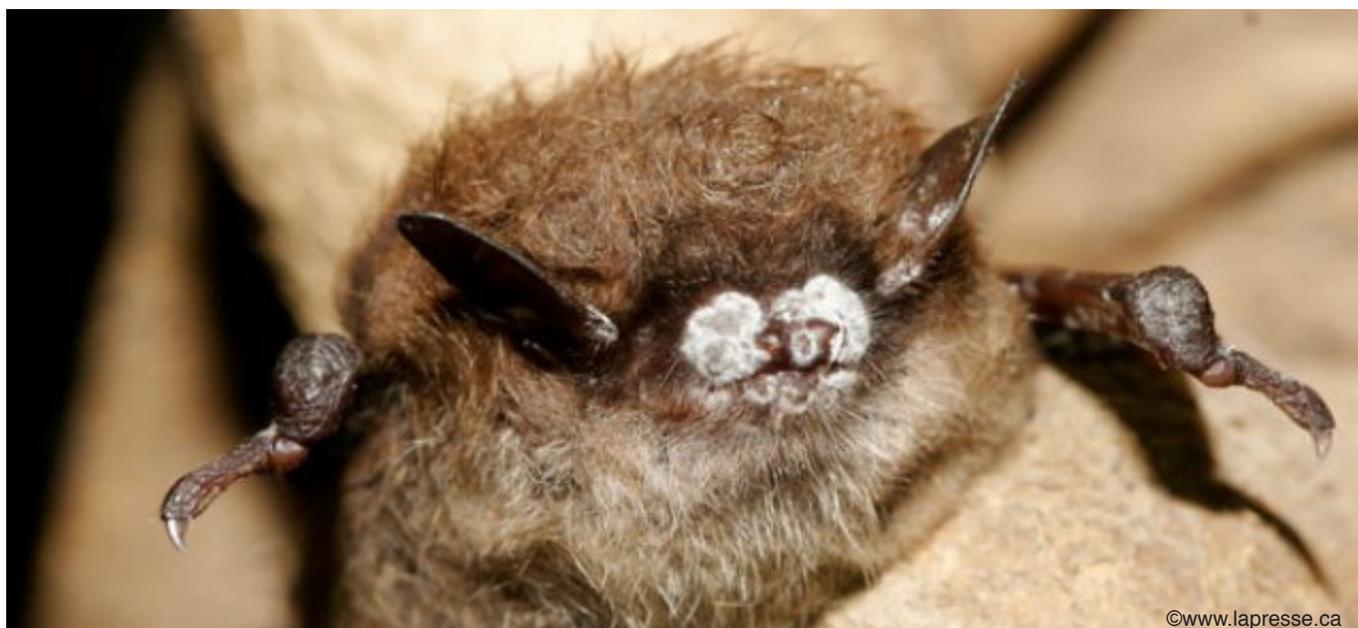
« Babyboom » sur la banquise ! 17

Les plantes : majeures et vaccinées 22

L'épaulard nage dans les eaux troubles 27

Les chauves-souris ne sourient plus !

PAR ALEXANDRE FOUILLET, FANNY GAGNÉ ET CHRISTOPHER WARBURTON



Éclairés par la faible lueur de nos lampes frontales, nous avançons dans les tunnels sombres de la vieille mine Emerald, située en Outaouais.

Le syndrome du museau blanc

Tout en progressant, le biologiste Pascal Samson nous raconte sa passion pour les cavernes. C'est cette passion pour la spéléologie qui l'a mené à s'intéresser à la faune particulière qui habite les cavernes, spécialement les chauves-souris. Elles sont la raison de notre visite, car un fléau mortel frappe ces mammifères volants depuis quelques années. Une maladie qui semblait d'abord inconnue, qui se répand rapidement et qui inquiète les biologistes, car ceux-ci connaissent l'importance des chauves-souris dans les écosystèmes. En cinq ans, environ cinq millions de ces fragiles animaux sont morts, et un grand pourcentage des cadavres retrouvés présentent des traces qui ressemblent à des poils blancs, principalement sur les ailes, les oreilles et le museau des chauves-souris. Cette maladie causée par la croissance d'un champignon s'est vue attribuer le nom de Syndrome du Museau Blanc (SMB).

Nos chauves-souris

Le fléau touche les chauves-souris insectivores cavernicoles présentes dans le nord-est des États-Unis, dans au moins une vingtaine d'états, ainsi qu'au Québec, en Ontario et au Nouveau-Brunswick. Sur l'ensemble de ce territoire, on connaît sept espèces qui sont touchées par le SMB. L'été, ces mammifères nocturnes consomment chaque nuit l'équivalent de leur propre poids en insectes afin d'entreposer des réserves d'énergie pour l'hibernation. L'automne arrivé, les chauves-souris s'accouplent, puis trouvent refuge pour l'hiver. Les chauves-souris doivent trouver un hibernacle convenable pour la saison froide, par exemple une caverne naturelle, une mine, un grenier ou une grange. Les facteurs importants pour un bon hibernacle sont une température ambiante stable, une humidité relative élevée,

CHIROPTÈRES, VOUS DITES ?

Du grec *Cheir*, signifiant main, et *Pteron*, voulant dire aile, les chiroptères, communément appelés chauves-souris, sont les seuls mammifères capables de voler activement. Comme leur nom grec l'indique, les os allongés de leurs mains composent leurs ailes, contrairement aux plumes des oiseaux. L'ordre des chiroptères est également celui qui a le plus d'espèces et on retrouve une grande diversité dans la taille et l'alimentation des chauves-souris sur tous les continents, sauf l'Antarctique.

une circulation d'air minimale et la noirceur totale. Les chauves-souris peuvent entrer en torpeur en ralentissant leurs fonctions vitales et en entrant en somnolence, uniquement si tous ces facteurs sont présents. Leur température corporelle baisse, les battements de cœur peuvent diminuer à une fois par minute, et toute fonction physiologique est mise en suspens. Pendant l'hiver, ces mammifères survivront grâce à leurs faibles réserves, et de minimes perturbations environnementales pourraient compromettre leur survie. La mine abandonnée que nous visitons avec M. Samson présente une température douce d'environ 9 °C durant tout l'hiver. « Durant cette période, les chauves-souris se réveillent normalement deux ou trois fois », dit-il. Nous apprenons que ces réveils sont nécessaires pour rétablir l'équilibre du corps, par exemple en rétablissant le niveau d'hydratation et en activant le système immunitaire. Toutefois, chacun de ces éveils comprend un coût énergétique énorme. Le printemps arrivé, les femelles mettent bas suite à l'éveil, la plupart du temps d'un seul rejeton.

Découverte de la maladie

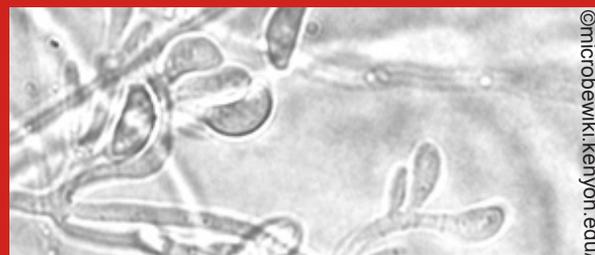
La maladie est causée par *Geomyces destructans*, un champignon qui attaque les tissus de la chauve-souris. Ce champignon affectionne les milieux humides et froids des cavernes, et peut survivre longtemps en attendant d'infecter son hôte. Les premiers cas de SMB et de mortalité élevée associée au syndrome ont été observés en février 2006, dans l'état de New York, aux États-Unis, période de l'année à laquelle les symptômes apparaissent. Les études en génétique portent à croire que le champignon serait d'origine européenne. Il est fort probable qu'un spéléologue amateur ait malheureusement transporté des spores, structures de reproduction des champignons, d'une grotte touristique présente en Europe jusqu'aux États-Unis. Alors que les chauves-souris européennes ont pu développer une résistance à cette maladie, les chauves-souris de notre continent sont désarmées face à cette nouvelle infection.

Mode d'action du champignon

Entre la découverte de la maladie il y a quelques années et les premières études, de nombreuses colonies ont été décimées. Les biologistes ont dû réagir rapidement à

LE GRAND RÈGNE DES MYCÈTES

Ce règne, aussi nommé celui des *Fungi*, comprend les organismes communément appelés champignons. Un champignon possède généralement un carpophore, une structure en forme de chapeau qui sert à répandre les spores (structure reproductive du champignon). Toutefois, il possède aussi des « racines », nommées hyphes, qui sont invisibles à l'œil nu et qui se répandent dans le substrat sous forme d'un mycélium. Dans la forêt, on trouve des champignons un peu partout, et les hyphes s'enfoncent dans la terre ou dans l'écorce des arbres. Les hyphes du champignon *Geomyces destructans*, le responsable de la maladie, s'enfoncent dans les tissus de la chauve-souris pour former un réseau, et les poils blancs visibles à la surface du corps sont les fructifications. Ce champignon pousse uniquement à des températures entre 4 °C et 15 °C, la température recherchée par les chauves-souris qui souhaitent hiberner.



cette épidémie, et identifier la manière dont le champignon cause la mort des individus. Tout d'abord, outre l'observation des fructifications du champignon sur le corps des cadavres, ceux-ci apparaissaient anormalement maigres. De plus, la sortie inhabituelle des hibernacles de certains individus en plein jour d'hiver a été observée en certains endroits. Des études ont permis de poser plusieurs hypothèses sur ce comportement. Les ailes de la chauve-souris contiennent de petites glandes qui produisent normalement une cire protectrice, une substance qui protège l'aile et conserve sa souplesse et son humidité. Étant donné que les hyphes du champignon infiltrent les tissus de la chauve-souris par la voie cutanée, surtout au niveau des pores des ailes, il devient impossible de produire la substance protectrice, ce qui provoque une déshydratation des tissus. De plus, 10 % de la respiration des chauves-souris est effectuée par les ailes, et comme le champignon perturbe ces échanges, l'animal doit augmenter sa respiration pulmonaire, ce qui accroît sa perte d'humidité. Étant donné que l'animal est infecté alors qu'il est en état de torpeur

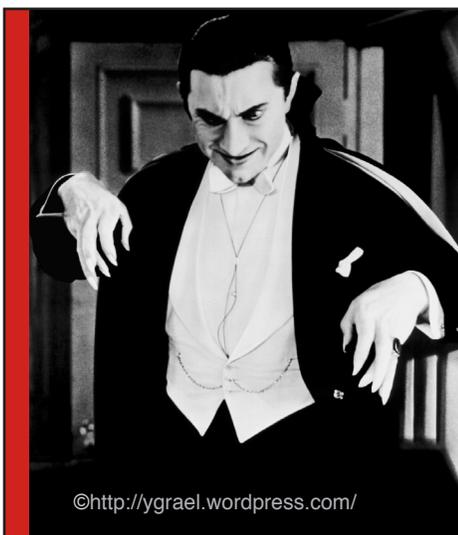
et que sa température corporelle est basse, il ne peut pas mettre en place les mécanismes du système immunitaire qui servent à combattre normalement les infections, comme l'augmentation de la température du corps. De tous ces éléments affectant la chauve-souris lors de son hibernation, un ou plusieurs sont responsables de l'élément-clé étant fatal pour ces petits mammifères; des éveils beaucoup plus fréquents lors de l'hibernation. Les chauves-souris qui normalement se réveillent deux ou trois fois le font de sept à huit fois lorsqu'elles sont infectées. Les hypothèses sont multiples pour expliquer les causes de ces éveils, mais l'hypothèse de la déshydratation est celle qui est la plus admise pour l'instant, nous apprend Anouk Simard, biologiste pour le Service de la biodiversité et des maladies de la faune, au MDDEFP. Les chauves-souris déshydratées se réveilleraient pour lécher l'eau sur la paroi des cavernes, et ces nombreux éveils comporteraient un coût énergétique trop élevé et compromettraient la survie des chauves-souris infectées, d'où leur aspect rachitique lorsque retrouvées

au printemps. La faim et la soif les pousseraient à partir à la recherche de nourriture, mais l'hiver n'étant pas terminé, leurs chances de trouver de la nourriture et de survivre sont presque nulles.

Conséquences de la diminution de nos précieux mammifères volants

La maladie se répand rapidement et les conséquences de la mortalité élevée de chauves-souris sur les écosystèmes sont fort probablement sous-estimées. Partout dans le monde, des biologistes affirment l'importance de ces petites bêtes dans les écosystèmes. En Amérique du Nord, les chauves-souris insectivores dévorent des milliers de tonnes d'insectes à chaque année. Pascal Samson nous affirme même avoir fait le test : « La petite chauve-souris brune pèse environ neuf grammes. Savez-vous c'est combien de papillons de nuit,

ça, neuf grammes ? Un Ziploc ben plein ! ». Imaginez-vous, pour chaque jour de l'été, un « Ziploc ben plein » d'insectes consommés, par chauve-souris. Imaginez-vous maintenant l'impact de l'effondrement des populations de chauves-souris sur l'équilibre de l'écosystème. Certains biologistes affirment que ce sera une catastrophe écologique ! Une diminution drastique de ces prédateurs implique beaucoup d'insectes de plus dans l'environnement, entre autres, des ravageurs. Les insectes ravageurs sont des insectes considérés nuisibles par l'homme, car ils peuvent s'attaquer aux arbres des forêts naturelles, aux cultures, à votre jardin et à vos plantes ornementales, et ainsi générer des pertes économiques. Bien



©http://ygrael.wordpress.com/

ET DRACULA DANS TOUT ÇA ?

Eh oui ! Il y a bel et bien des chauves-souris suceuses de sang ! Par contre, il n'en existe que trois espèces, et de celles-là, une seule se nourrit de sang de mammifères. Elle se retrouve en Amérique latine et se nourrit presque uniquement de sang de bétail. Alors, pas de Dracula au Québec !

que de nombreux mythes et légendes présentent les chauves-souris comme de terrifiants suceurs de sang, les espèces de ce grand groupe sont majoritairement inoffensives pour les humains, voire bénéfiques pour certains. Les agriculteurs bénéficient de l'immense consommation d'insectes, ravageurs ou non, effectuée par les chauves-souris. « The Forest Service » estime que suite à la mortalité élevée causée par la maladie, des milliers de tonnes d'insectes ne seront pas consommées. Dans un article paru récemment dans Science, des biologistes estiment que les dommages économiques causés par cette épidémie pourraient



s'élever jusqu'à 3,7 milliards de dollars par année, dans le domaine de l'agriculture. L'analyse des contenus stomacaux de chauves-souris a permis aux scientifiques d'estimer le nombre d'espèces nuisibles consommées par celles-ci. La grande chauve-souris brune, assez commune et dont l'aire de répartition est grande, consommerait jusqu'à sept espèces de ravageurs ! La petite chauve-souris brune est très commune, elle a donc un grand impact sur l'écosystème. Elle est malheureusement très touchée par la maladie.

Les chauves-souris rendent aussi service à la population en consommant les insectes perturbateurs du confort estival et des jardins, par le biais de leur consommation élevée de papillons, qui sont le stade adulte des chenilles, ravageuses de nos potagers. L'immense utilité de ces bêtes à poils est donc bien connue.



© Frédéric Lelièvre, MRNFQ



© botit.botany.wisc.edu

Espoir pour le retour du museau noir ?

Des chercheurs américains affirment avoir observé des petites chauves-souris brunes portant des traces de la maladie sur leurs ailes... et ayant survécu ! Ils ont même pu observer des femelles portant des blessures caractéristiques de la maladie et présentant également des signes de grossesse. On peut donc supposer que déjà, les individus qui survivent grâce à une résistance pourront transmettre cette capacité à leurs descendants, et que, à long terme, les populations pourront se rétablir. De plus, d'autres études et observations ont permis de constater que cette même espèce, qui se regroupe habituellement au moment d'hiberner, semble changer son comportement.



©Gerrit Vyn via tpwmagazine.com

Mme Simard nous affirme qu'au Québec, il a été observé que certaines espèces au comportement d'hibernation grégaire semblent maintenant hiberner en solitaire, ce qui permettrait un ralentissement de la transmission de la maladie. Toutefois, comme le comportement grégaire permettait aux individus de conserver leur chaleur, il faut espérer que les survivants de la maladie ne meurent pas de froid. Enfin, il est évident que les conditions environnementales influencent la sévérité de l'infection. Certaines chauves-souris ayant l'aptitude d'hiberner dans des cavernes plus sèches ont peut-être de meilleures chances de survie. Aussi, des étés riches en nourriture peuvent donner des individus plus gras à l'automne, et ainsi leur permettre de survivre jusqu'au printemps prochain malgré une perte de poids. Il reste bien des mystères à résoudre dans le cas du syndrome du museau blanc, mais malgré tout, une lueur d'espoir éclaire le bout du tunnel... ou de la grotte.

*Notre excursion dans cette froide
caverne s'achève.*

Pascal Samson s'inquiète de constater que le nombre de chauves-souris a drastiquement diminué dans cette mine abandonnée qu'il avait visitée deux ans plus tôt. Nous retrouvons dans les crevasses de petits cadavres de chauves-souris brunes, et nous en recueillons un afin de l'analyser. J'en aperçois alors une, une grande chauve-souris brune, agrippée à la paroi, juste au-dessus de la tête de mon collègue. M. Samson nous affirme qu'elle est malheureusement trop près de l'entrée froide de la mine, et que si elle ne se déplace pas, elle ne passera pas l'hiver. Définitivement, pas facile la vie de caverne !

L'amarante déclare la guerre sur les plate-bandes de Monsanto®

PAR MARIE-JOËLLE AUGER, FLORENCE BÉLANGER, ARIANE PAQUIN ET LAURA J. RAYMOND-L.



© <http://gardeningfools.net/>

Par un petit matin de 2004, à Macon, en Géorgie, un agriculteur se promène dans ses duveteux champs de coton. Impeccablement désherbés, ceux-ci font la fierté du cultivateur qui observe la brise faire danser les pompons blancs, fruit de son labeur. Soudain, Malheur ! Là, à ses pieds, se trouve une effrontée petite plante aux feuilles dentées entre les rangs parfaitement droits de coton ! Elle ne devrait pourtant pas pouvoir survivre dans son champ arrosé au Roundup ! Le fermier était loin de se douter que bientôt, ce serait le secteur agricole de tout son pays qui serait perturbé par cette insolente plante ayant croisé sa promenade matinale, l'amarante.

Après la découverte de cette amarante hors de l'ordinaire, les champs américains sont devenus une jungle où la seule loi est celle du plus fort, du plus résistant aux différents « cocktails » de pesticides. La situation est telle que cette plante résistante au Roundup piétine maintenant complètement certains champs de culture, ce qui nuit grandement à la croissance des espèces cultivées.

Les Aztèques n'étaient pas fous

À l'arrivée des Conquistadors, en 1519, en Amérique du Sud, le colonel des troupes espagnoles, Hernán Cortès, interdit la culture de l'amarante aux indigènes afin de réprimer leur religion. En effet, bien qu'elle fût utilisée à des fins alimentaires, il s'agissait également d'une plante sacrée

FICHE D'IDENTIFICATION

Généralités

- Plante annuelle
- Regroupe plus de 60 d'espèces
- Amarante, en Grec Ancien, signifie « qui ne fane jamais »
- On la retrouve en Amérique, en Asie et en Afrique
- Certaines espèces d'amarante peuvent gagner 5 cm par jour en hauteur et produire 1 million de graines par saison

Utilisation

- Utilisée pour la consommation et l'ornementation
- On peut en faire une farine avec les graines et manger les feuilles
- Une infusion des fleurs est curative pour le sang



©migranterrien@over-blog.com

Amaranthus retroflexus



dont on se servait dans bon nombre de rituels divinatoires et religieux, nous explique Marie-Odile Lebeau, agronome indépendante. L'emprise espagnole considérait même le simple fait de toucher une feuille d'amarante

comme étant une profanation. Cette castration culturelle a freiné l'exploitation de l'amarante sur le continent américain et a indéniablement influencé la maigre place qu'elle occupe aujourd'hui sur le marché alimentaire. L'amarante est un aliment hautement nutritif et vitaminé. En effet, son taux de protéines et de minéraux est supérieur à la majorité des céréales se trouvant dans nos assiettes. Madame Lebeau l'a bien vu lors de ses études au Mexique. Bien que l'amarante nuise actuellement à certaines cultures agricoles, elle possède de nombreuses qualités qui en font une espèce de choix à cultiver. Récoltée depuis l'époque aztèque, cette plante peut croître dans plusieurs types de sol, dont des terres pauvres et peu fertiles grâce à ses racines profondes, ce qui fait qu'on la retrouve presque sur tous les continents.

L'amarante est plus riche en protéines, fibres et minéraux que le quinoa



LE GÈNE EPSPS : LA SURVIE DE L' AMARANTE

Le glyphosate empêche le développement d'une plante en bloquant l'activité du gène EPSPS. Ce dernier sert à exprimer la 5-enolpyruvylshikimate-3 synthase, une enzyme de la voie de synthèse d'acides aminés qui sont essentiels à la survie de la plante. Chez l'amarante résistante, ce gène est surexprimé et la plante arrive à produire assez d'enzymes pour pallier aux dommages que lui provoque l'herbicide.

RÉSISTANCE EN CHIFFRES

5000 hectares de culture transgénique abandonnés en Géorgie

50 000 hectares de culture OGM menacés par l'amarante résistante en Géorgie

En 2009, il y avait **6 espèces** de plantes résistantes au glyphosate aux États-Unis

De plante vénérée chez les Aztèques à bête noire des Américains

La très grande productivité de l'amarante en terme de nombre de graines et de vitesse de croissance la rend compétitive dans la nature, y compris dans les champs où elle n'est pas la bienvenue. Tout d'abord, il faut savoir que les techniques agricoles sur de grandes superficies favorisent l'utilisation simultanée d'organismes génétiquement modifiés (OGM) et de pesticides. Souvent, on insère un gène de résistance à l'herbicide, (dans ce cas-ci, le EPSPS CP4 résistant au *Roundup*), à la plante cultivée. Ainsi, les agriculteurs peuvent appliquer leur pesticide dans leurs champs tout au long de la croissance du végétal sans avoir peur de compromettre son développement, car celui-ci est immunisé contre le produit chimique.

Or, depuis 2004, l'amarante, considérée comme une mauvaise herbe par les agriculteurs, s'est mise à résister elle-aussi au *Roundup* dans les champs sans qu'on ait inséré le gène de résistance au glyphosate. Créé en 1970 par Monsanto, il est l'ingrédient actif du *Roundup*, l'herbicide actuellement le plus utilisé au monde. C'est le glyphosate qui lui confère son action

mortelle, nous expliquent Stéphane Myre et Pierre Lanoie, agronomes chez Monsanto. Effectivement, une fois appliqué, le *Roundup* tue toutes les plantes... même celles que l'on veut cultiver ! Il faut alors que nos cultures soient

résistantes à ce produit chimique, d'où l'arrivée en scène des OGM, soit les plantes génétiquement modifiées, pour survivre au glyphosate. La soudaine résistance de l'amarante menace les cultures de coton, de canola et de soya brevetées par Monsanto, du fait qu'elle est en compétition avec les plantes cultivées. Certains agriculteurs se sont vus contraints d'abandonner leurs champs, n'ayant plus aucun moyen de lutter contre l'amarante envahissante. Et la situation ne se limite pas à la Géorgie : elle a pris de l'expansion aux États-Unis et même à travers le monde entier !

Pourquoi le miracle du Roundup s'est-il soudainement dissout ?

Cet herbicide a été longtemps le chouchou sur la scène agricole : il semblait être LA solution au dur labeur des cultivateurs, l'herbicide par excellence. Son faible coût et sa grande efficacité ont totalement révolutionné la vie des grands producteurs, nous disent Pierre Lanoie et Stéphane Myre. Cependant, aujourd'hui, partout dans le monde, les pays cultivant des OGM voient des cas de résistance apparaître chez de plus en plus de mauvaises herbes. Cela survient alors même que Gilles-Éric Séralini, scientifique réputé pour son aversion envers les OGM, publie une étude controversée concernant les effets néfastes des pesticides chimiques et de la consommation d'OGM sur la santé. De partout, les OGM font jaser la population mondiale.

QUELQUES EXEMPLES DE PLANTES GÉNÉTIQUEMENT MODIFIÉES

Soja, maïs, coton, betterave à sucre, colza

BÉNÉFICES

- Tolérance au froid
- Résistance aux insectes et aux vers
- Résistance aux pesticides**
- Plus de graines
- Croissance accélérée
- Tolérance à la sécheresse

Comment l'amarante est-elle devenue une super mauvaise herbe ?

L'acquisition de résistance aux herbicides par les plantes indigènes inquiète grandement les scientifiques, nous disent François Ouellet, chercheur en biologie

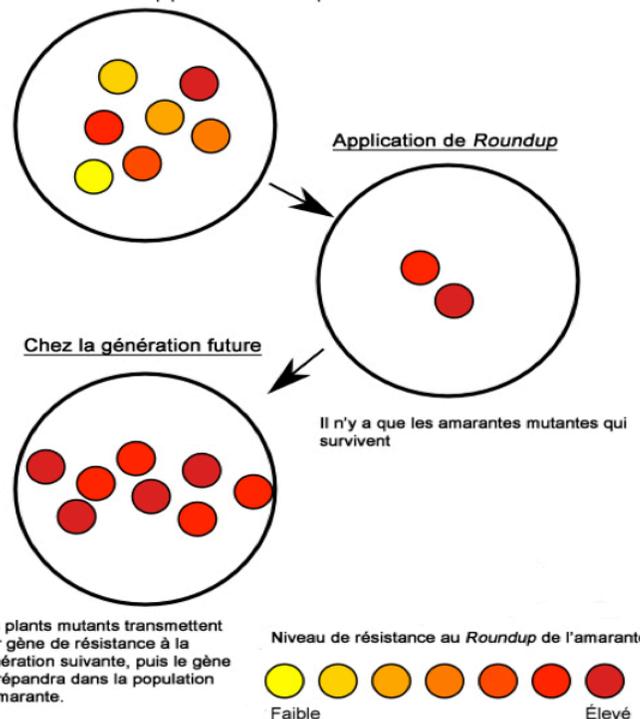
moléculaire végétale à l'Université du Québec à Montréal et Marie-Odile Lebeau, agronome. M. Ouellet nous rappelle qu'il existe deux façons pour une plante sauvage de développer une résistance à un herbicide. Tout d'abord, il est possible qu'il se produise un transfert d'un gène de résistance de plantes génétiquement modifiées à des plantes sauvages. Or, cela n'est possible que lorsque des mauvaises herbes du champ sont de la même famille que la plante OGM cultivée. Ce phénomène ne se produit donc que très rarement. François Tardif, chercheur spécialisé dans la résistance des mauvaises herbes à l'Université de Guelph, soutient toutefois que la résistance de l'amarante serait plutôt acquise via une mutation génétique spontanée. En effet, les êtres vivants répliquent tous les jours leur ADN dans chacune de leurs cellules. Il arrive parfois qu'il se produise de petites erreurs appelées mutations spontanées. Celles-ci, pouvant avoir lieu chez l'humain par exemple, n'ont rien de dramatique. Au contraire, chez

Acquisition et propagation de la résistance au Roundup chez l'amarante

OU

Comment une mutation peut envahir l'Amérique

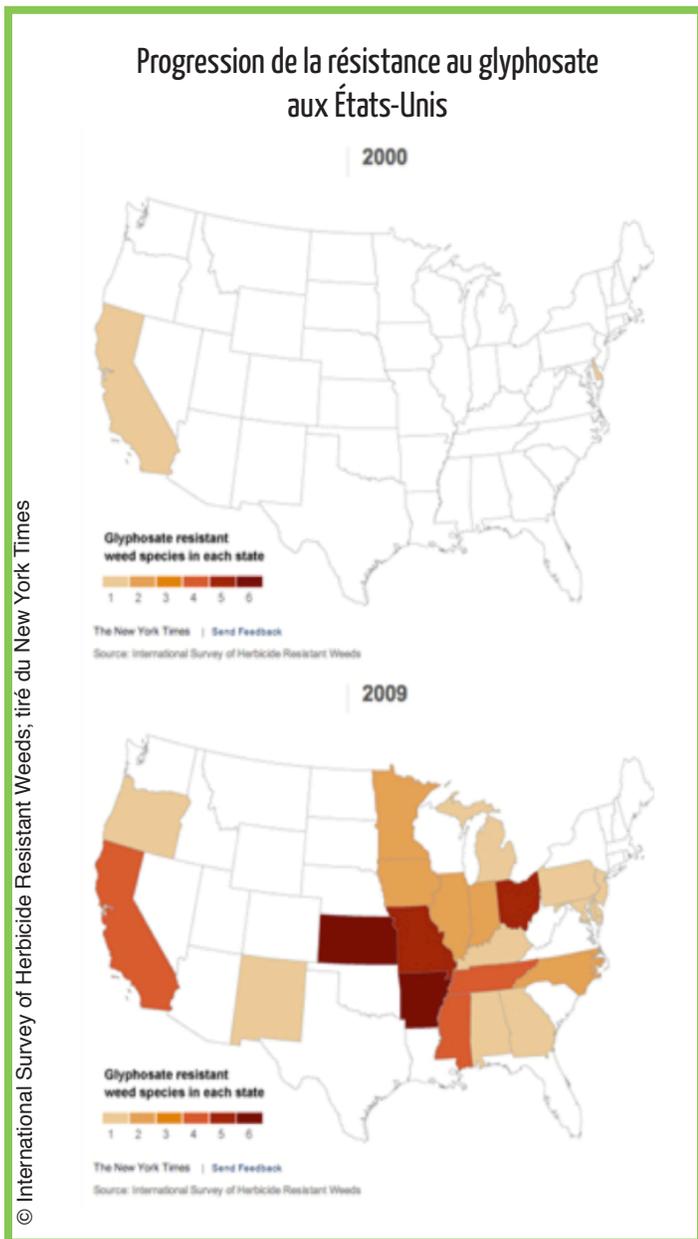
Dans une population d'amarante, certains plants acquièrent une résistance au Roundup par une mutation spontanée



Adapté de <http://montessorimuddle.org/>

l'amarante cela a bel et bien été la clef de sa survie dans les champs d'OGM en Géorgie ! Au gré aléatoire de ses mutations, un plant d'amarante a un jour muté au niveau d'un gène qui l'a mené à devenir résistant au glyphosate. Au bout de quelques années, étant donné la capacité de dispersion du pollen sur plusieurs kilomètres de l'amarante, les champs américains se sont vus envahis par cette super mauvaise herbe.

des États-Unis réussissaient à contrôler l'amarante résistante au glyphosate grâce à un herbicide d'appoint, le pyriithiobac. Cependant, depuis 2009, l'amarante est également devenue résistante au pyriithiobac et certains plants présentent une résistance aux deux herbicides, encore une fois grâce à la mutation spontanée. Or, l'arrivée des OGM dans nos champs visait entre autres à réduire l'utilisation de « cocktails » de pesticides. En effet, le glyphosate et les herbicides d'appoint pourraient s'associer dans les champs et mener à des composés encore plus toxiques que lorsque le *Roundup* est employé seul. En 2010, des écologistes allemands publiaient dans la revue *Living Reviews in Landscape Research* que les technologies de lutte contre les plantes résistantes aux herbicides diminueraient la biodiversité dans nos campagnes, affectant particulièrement les pollinisateurs.



Que représente cette menace ?

L'amarante est menaçante vue sa reproduction très rapide, ce qui contribue énormément à sa prolifération et à la multiplication du phénomène de résistance; cela augmente donc la difficulté que représente la gestion du problème. Jusqu'à récemment, les cultivateurs de coton

MONSANTO : ANGE OU DÉMON

Monsanto est une multinationale reconnue mondialement dans le secteur des biotechnologies végétales. En plus d'élaborer des pesticides, elle est aussi spécialisée dans le développement de plantes (comme le soja, le maïs, le canola et le coton) résistantes au froid, à la sécheresse et à certains insectes et herbicides. Cette compagnie s'est donnée comme mission de parvenir à nourrir une planète en croissance grâce à des technologies révolutionnaires tout en simplifiant la vie des agriculteurs. Pour se faire, elle investit 2 millions de dollars par jour en recherche et développement. Cependant, les intentions de Monsanto ont souvent été remises en cause par plusieurs groupes se basant sur le fait que la multinationale est aussi à l'origine de nombreuses controverses liées à l'environnement et à la santé.





©uqam.ca

PAROLES DE SOCIOLOGUE

Selon le sociologue Jean-François Fillion, le système agricole actuel misant principalement sur les innovations technologiques, tels les OGM, ne serait pas la solution à long terme face à la problématique de la sauvegarde de la biodiversité. Il miserait plutôt sur un nouveau type d'activité agricole, basé sur des changements politiques et économiques profonds ne favorisant plus la surproductivité et la surproduction actuelles.

Et chez nous ?

À l'heure actuelle, au Québec, seuls quelques cas de résistance d'amarante (*Amaranthus retroflexus*) ont été déclarés depuis 2001. En Ontario, on en observait déjà en 1996. Les producteurs du Québec et de l'Ontario craignent davantage la petite herbe à poux et la vergerette qui résistent au Roundup, lesquelles de par leur anatomie et leur dispersion sont beaucoup plus difficiles à contrôler. Pierre Lanoie et Stéphane Myre s'entendent pour dire que l'intensité d'application, plus forte dans les champs américains, influence l'apparition de résistance.

Chez nos voisins du sud, la saison de culture plus longue et la température clémente favorisent la présence des mauvaises herbes. Pour les contrôler, les agriculteurs peuvent donc appliquer du *Roundup* jusqu'à trois fois dans la saison, encourageant ainsi la multiplication des individus résistants. Au Québec, le court été et les techniques mécaniques d'éradication des mauvaises herbes ralentissent donc l'apparition d'espèces résistantes.

Morale de l'histoire : mieux vaut prévenir que guérir

François Tardif, Pierre Lanoie et Stéphane Myre estiment tous qu'il est difficile de deviner si les cas de résistance du Québec prendront l'ampleur observée aux États-Unis, car la résistance est le produit d'une mutation imprévisible. Chose certaine, le problème va aller en s'accroissant mais on peut espérer que son expansion sera assez lente pour permettre entre-temps l'élaboration de solutions durables. Pour l'instant, une alternance

des cultures et des herbicides utilisés ainsi que le désherbage mécanique sont à encourager pour ne pas voir nos champs envahis de mauvaises herbes résistantes.

PENSEZ-Y BIEN !

Il n'existe pas de bonnes ou de mauvaises plantes, mais uniquement différentes façons de les considérer... Ainsi, les mauvaises herbes ne sont qu'un terme « subjectif » qui concerne non pas que les plantes nuisibles, mais également non désirées (un framboisier dans un champ de maïs pourrait être une mauvaise herbe... bien que les framboises soient délicieuses !). Après tout, l'amarante, considérée comme une mauvaise herbe aux États-Unis, est surnommée *Allégria* en Amérique Latine !

CHAMP DE COTON où a eu lieu des cas de résistances de l'amarante à l'herbicide *Roundup*

© <http://www.dupatron.fr>



Une prescription pour l'environnement ?

PAR MARIE-LOU CUERRIER, CHRISTOPHE JENKINS, CATHERINE LÉVESQUE ET YULI RUIZ

« Qui aurait cru que les médicaments contenus dans l'urine de tout le monde pourraient provoquer un déséquilibre dans l'environnement ? » Dre Catherine Jumarie.



Eaux usées

L'on retrouve plus de 60 000 contaminants différents à la sortie (effluents) de l'usine de traitement des eaux usées de Montréal, dont des hormones féminines comme les œstrogènes et la progestérone, des antidépresseurs (fluoxétine ou Prozac®), des anti-inflammatoires (ibuprofène) et des antibiotiques. La consommation de ces médicaments a de graves répercussions sur les organismes du fleuve St-Laurent. De plus, ces nouveaux contaminants se retrouvent de façon récurrente et en quantité non négligeable dans les effluents. Qu'arrive-t-il à ces médicaments une fois rejetés dans l'environnement? Contrairement à la pensée populaire, ils ne disparaissent pas sans laisser de traces. Effectivement, une fois utilisés, les médicaments finissent par être excrétés dans l'urine ou les selles et se retrouvent dans les eaux usées. Or, les médicaments peuvent conserver une forme active, même après avoir été excrétés. Chaque jour, entre 2.6 et 8.0 millions de mètres cube d'eaux usées sont acheminés et traités à l'usine d'épuration de Montréal. C'est suffisant pour remplir tout le stade olympique en moins de 24 heures. L'usine d'épuration agit ainsi comme un entonnoir concentrant les rejets à un même endroit.

DÉCOUVERTE

C'est seulement en 1994 que deux chercheurs allemands se sont aperçus qu'il y avait des traces de médicaments dans les eaux usées.

Biodisponibilité

Selon le Dr Daniel G. Cyr, chercheur spécialisé en toxicologie à l'INRS-institut Armand-Frappier, une grande concentration de médicaments dans l'eau du fleuve n'est pas nécessairement synonyme de danger pour tous les organismes aquatiques. La toxicité de la molécule serait plutôt liée à sa biodisponibilité. La biodisponibilité est la fraction qui va produire un effet pharmacologique dans le sang, par rapport à la quantité absorbée. Les médicaments ayant une forte biodisponibilité seraient généralement plus facilement absorbés et produiraient beaucoup plus d'effets que les médicaments ayant une faible biodisponibilité.

Médicaments	Concentration maximale mesurée dans les effluents de l'usine de traitement des eaux usées de Montréal (ng/L)	Concentration entraînant des effets nocifs chez les poissons
Antidépresseur (Fluoxétine)	3,7	100
Œstrogènes (Naturels et artificiels)	90	0,1
Antibiotique (Novobioxine)	330	N. A.
Anti-inflammatoire (Ibuprofène)	1 191	16 000

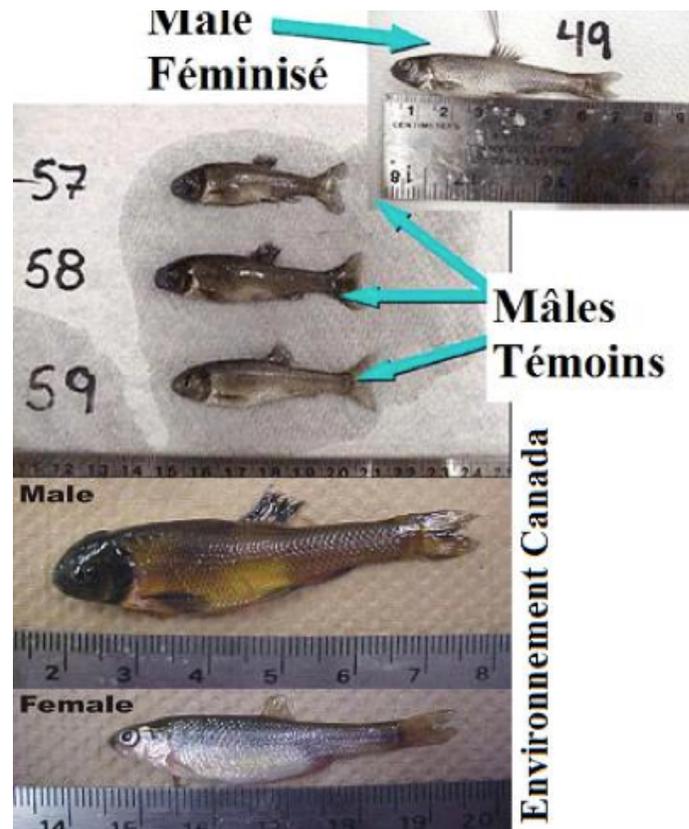
Les oestrogènes

Les hormones féminines sont parmi les médicaments les plus biodisponibles, donc les plus nocifs chez les poissons d'eau douce. Les poissons, tout comme les humains, ont un système hormonal développé. Ils sécrètent eux aussi des œstrogènes. Seulement un nanogramme (ng) d'œstrogène synthétique par litre d'eau suffit pour provoquer des effets féminisants marqués chez certaines espèces. Le nombre de femelles émergeant des œufs est ainsi supérieur au nombre de mâles. D'ailleurs, près des sorties des eaux usées de l'usine d'épuration de Montréal, presque tous les poissons qu'on retrouve sont des femelles.

De plus, des caractères féminins apparaissent chez les mâles, tels que des ovules dans les testicules. Le foie des poissons mâles se met aussi à produire une protéine nommée « vitellogénine ». Cette protéine n'est habituellement produite que par les femelles afin de former les réserves de nutriments de leurs œufs. Enfin, les poissons mâles et femelles vivant près des effluents seraient moins fertiles que la moyenne. Une diminution dans les populations de poissons du St-Laurent est ainsi observée. Certaines espèces comme les ménés tête-de-boule, qui sont féminisés à une concentration d'œstrogènes de 4 ng/L, pourraient être amenés à disparaître de nos étendues d'eau d'ici quelques dizaines d'années.



© blog.surf-prevention.com



CONTRACEPTIFS ORAUX

- Selon Statistique Canada, plus de 1,3 millions de Canadiennes utiliseraient quotidiennement des contraceptifs oraux à base d'hormones.
- Au Canada, 18 % des femmes utilisent la pilule contraceptive.
- Les hormones féminines entraîneraient la féminisation des moules. Selon Environnement Canada (2009), les moules femelles près des effluents municipaux représentaient 66 % de la population, alors que les moules femelles en amont représentaient 41 % de la population.

Risques pour l'humain

Le Dr Daniel G. Cyr, ne croit pas que les présents niveaux d'hormones dans l'eau potable posent un risque pour les hommes. Par contre, il craint que les effets féminisants de la pilule contraceptive puissent s'étendre à l'humain à long terme. En effet, plus de 3 millions de Québécois consomment régulièrement l'eau potable provenant du fleuve St-Laurent. Avec la croissance démographique, les quantités d'hormones féminines relâchées dans l'eau pourraient augmenter exponentiellement.

Comme les œstrogènes synthétiques prennent beaucoup plus de temps à se dégrader dans l'environnement que les hormones naturellement produites par la femme, elles finissent par se retrouver dans l'eau que nous buvons. De plus, il n'existe présentement aucune technique efficace pour retirer les hormones de l'eau potable. Toutefois, selon l'office national de l'eau et des milieux aquatiques, en France, il faudrait boire de l'eau potable provenant du fleuve pendant environ 70 ans avant d'absorber à peine 75 microgrammes d'œstrogènes, ce qui correspond à environ deux doses quotidiennes d'anovulants qu'une femme consomme habituellement.

La quantité présentement absorbée est donc trop faible pour présenter un risque pour notre santé. Le chercheur ajoute que plus de recherches devraient être menées sur le sujet, mais que nous risquons d'en obtenir les résultats que dans plusieurs années. Il risque de s'écouler encore plus de temps avant que des solutions concrètes soient mises en place. D'ici là, le problème risque d'avoir pris de l'ampleur.

Les anti-inflammatoires

Les anti-inflammatoires sont les médicaments les plus retrouvés dans les effluents de la ville de Montréal. Le Dr Daniel G. Cyr ajoute que même s'ils sont moins biodisponibles que les œstrogènes chez les poissons, ils provoquent une panoplie d'effets indésirables sur ces animaux. Ils réduiraient l'inflammation, mais bloqueraient aussi certains processus régulant des activités essentielles à la survie

du poisson, comme la synthèse d'hormones. De plus, les anti-inflammatoires n'affecteraient pas que les poissons. En effet, ces médicaments empêcheraient la reproduction chez les moules d'eau douce et pourraient s'accumuler dans les plantes aquatiques. Les animaux se nourrissant de ces plantes absorbent donc ces médicaments de façon indirecte. Les anti-inflammatoires pourraient ainsi affecter plusieurs espèces animales et végétales, de façon directe ou indirecte. Enfin, les mécanismes de toxicité des anti-inflammatoires sont encore mal connus. De plus en plus de problèmes chez les organismes aquatiques pourraient leur être attribués.



Les antidépresseurs

Le Dr Vance L. Trudeau et son équipe, reconnus pour leurs recherches sur les effets des contaminants sur le cerveau des poissons, ont démontré que les antidépresseurs empêchaient le bon fonctionnement du cerveau chez ces derniers. Une diminution de l'activité neuronale et des changements dans leurs comportements sont alors observés. En effet, les poissons ayant été en contact avec des antidépresseurs auraient tendance à être plus craintifs et à moins s'alimenter. Ils seraient ainsi plus petits que la moyenne. De plus, les poissons atteindraient leur maturité sexuelle jusqu'à un an plus tard que les poissons non exposés.

Des chercheurs de l'Université de l'Idaho, aux États-Unis, tentent même de prouver que les antidépresseurs provoqueraient l'autisme chez le poisson. Leurs études indiquent une forte corrélation entre l'exposition des poissons aux antidépresseurs et l'apparition de la maladie. Selon eux, les antidépresseurs entraîneraient l'expression d'un gène relié à la maladie chez l'animal et pourraient produire la même chose chez l'humain. Ils indiquent aussi que les niveaux d'antidépresseurs présentement retrouvés dans l'eau potable seraient suffisants pour augmenter

les chances d'avoir un enfant atteint d'autisme. Toutefois, d'autres recherches sont nécessaires afin d'éclaircir les mécanismes impliqués dans le développement de la maladie.

Les antibiotiques

Les antibiotiques font aussi partie des médicaments constamment présents dans les effluents de l'usine de traitement des eaux usées de Montréal. Une fois libérés dans l'environnement, ces médicaments peuvent entraîner une augmentation de la résistance des bactéries. Les bactéries les plus faibles meurent, alors que les plus fortes survivent et se reproduisent. Les poissons vivant dans les eaux du fleuve font alors face à des « super bactéries » résistantes aux antibiotiques. Ils sont alors plus susceptibles d'attraper des infections. Les bactéries s'attaquent aussi aux poissons d'élevage, entraînant des pertes économiques importantes. Les pisciculteurs doivent alors user d'ingéniosité afin de soigner leurs élevages puisque les antibiotiques ne font plus effet. Non seulement la surconsommation d'antibiotiques entraîne des effets environnementaux désastreux, mais aussi des pertes économiques substantielles pour tous les Québécois.

Mélange réactif

Habituellement, les contaminants retrouvés dans l'eau ne viennent pas seuls. Il s'agit plutôt d'un « cocktail » de toutes sortes de produits toxiques provenant autant du lessivage des terres agricoles, des effluents municipaux que des usines qui bordent le fleuve. Selon la Dre Catherine Jumarie, professeure en toxicologie de l'environnement à l'Université du Québec à Montréal, il est difficile de déterminer quel médicament est responsable des perturbations observées dans l'environnement. La combinaison de plusieurs substances dans l'eau peut altérer les effets d'une molécule de médicament sur un organisme. Les combinaisons d'effets toxiques sur les organismes peuvent donc s'additionner, se décupler, potentialiser l'action d'une molécule normalement inoffensive ou même s'annuler.

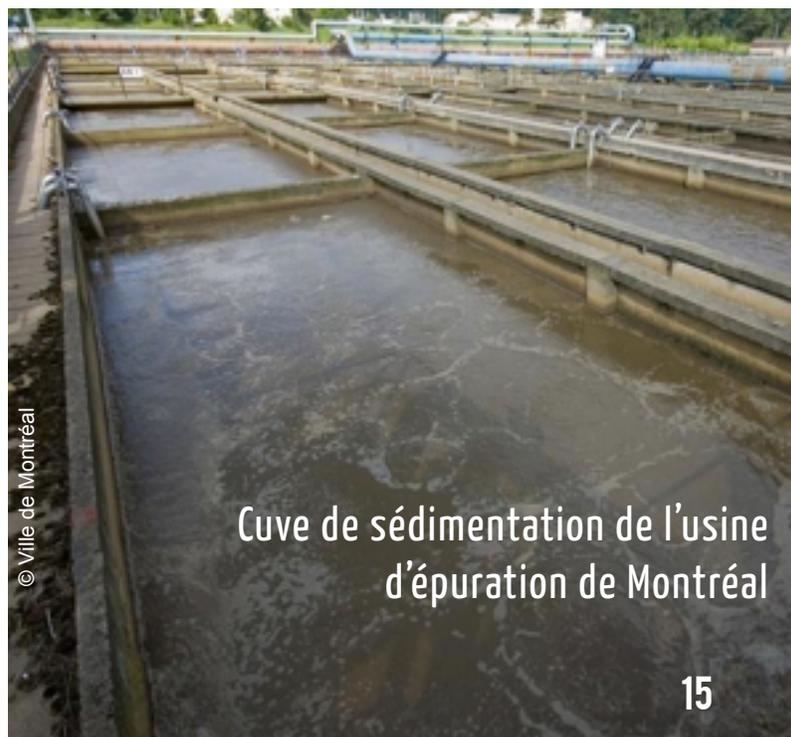
BIOACTIVATION

La dégradation d'un médicament ne veut pas nécessairement dire qu'il devient inoffensif ou qu'il disparaît. Un médicament se dégrade plutôt en une molécule appelée métabolite, pouvant être plus petite que la molécule mère. Ces derniers peuvent être, dans certains cas, plus toxiques que la molécule mère. On appelle ce phénomène bioactivation.

Solutions

La présence grandissante des médicaments dans l'environnement est alarmante, et en tenant compte de l'augmentation démographique, le problème risque d'accélérer avec les années. La santé de l'homme ainsi que celle de l'environnement aquatique est en danger. Il est alors primordial de mettre en place de nouvelles mesures afin de protéger les cours d'eau du Québec. Toutefois, le Dr Daniel G. Cyr précise qu'aucune mesure seule n'est efficace pour régler le problème.

« Il faudrait améliorer nos usines de traitement des eaux et sensibiliser la population afin de créer un réel impact » Dr Daniel G. Cyr



© Ville de Montréal

Cuve de sédimentation de l'usine d'épuration de Montréal

Usines de traitement des eaux usées

La première partie de la solution concerne le traitement des eaux usées. Selon le Dr Daniel G. Cyr, les usines d'épuration ne seraient pas assez nombreuses et celles déjà en place ne parviendraient pas à traiter les eaux usées convenablement. L'ajout de nouvelles installations aux présentes infrastructures limiterait la quantité de médicaments rejetée dans le fleuve. Un traitement biologique combiné à l'ozonation permettrait d'éliminer presque entièrement les médicaments et la matière organique des effluents. Justement, la désinfection à l'ozone est prévue à Montréal depuis 2008, mais l'installation du système n'est toujours pas terminée. D'un autre côté, la ville de Waterloo, en Ontario, tente de récupérer tous ses effluents afin de produire des engrais sans risque pour l'agriculture. D'ici quelques années, ils espèrent ne plus rejeter aucun contaminant dans l'environnement.

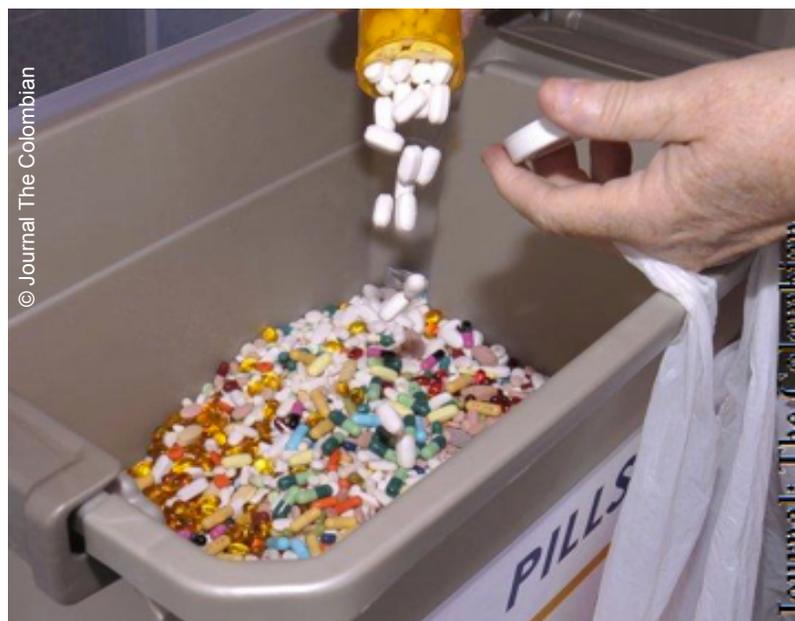
USINE D'ÉPURATION DE MONTRÉAL

- L'usine ne possède qu'un seul niveau de traitement (filtration grossière des eaux usées, puis sédimentation de la matière organique à l'aide de produits flocculants.)
- L'usine doit retirer 75 % de la matière en suspension et 70 % du phosphore.
- Il n'existe aucune norme sur la quantité maximale de médicaments pouvant se retrouver dans les effluents. Aucune analyse n'est faite par la ville en ce sens.
- Lors de grandes crues, l'usine ne possède pas de réservoir suffisamment grand pour traiter les affluents municipaux. Les vannes s'ouvrent alors entre 1100 et 1300 fois par année, libérant des tonnes d'affluents municipaux non traités dans le fleuve.

Nouvelles normes

L'autre partie de la solution se trouve dans l'application de nouvelles normes visant les industries pharmaceutiques. En effet, il n'existe présentement aucune norme spécifiant jusqu'à combien de temps

un médicament peut prendre pour se décomposer dans l'environnement. De plus, développer un nouveau médicament est extrêmement coûteux pour l'industrie pharmaceutique et ajouter une étape supplémentaire dans la recherche retarderait le lancement d'un médicament de plusieurs mois. Les industries pharmaceutiques sont donc peu enclines à étudier cette problématique. De nouvelles normes nous assureraient ainsi que les médicaments sont plus sécuritaires pour l'environnement. L'ajout de nouvelles normes pour les usines de traitement des eaux usées serait une autre solution envisageable. Il n'existe présentement pas de normes concernant la quantité de médicaments pouvant se retrouver dans les effluents municipaux. Aucune analyse n'est faite par la ville de Montréal en ce sens.



Un résident dispose de ses médicaments périmés dans une poubelle de pharmacie suite à une campagne de sensibilisation à Washington.

Sensibilisation

De simples pratiques comme rapporter les médicaments expirés à la pharmacie au lieu de les jeter à la toilette diminueraient grandement les concentrations de ces polluants dans l'environnement. Finalement, parmi tous les moyens pouvant aider à réduire la présence des médicaments dans l'environnement, la diminution de notre consommation reste le plus efficace. Tout comme avec l'alcool, la modération a bien meilleur goût.

« Baby boom » sur la banquise !

La contraception à la rescousse ?

PAR MARIE-MICHÈLE DALLAIRE, ÉTIENNE SAINT-HILAIRE ET CATHERINE LANDRY



Les images choc de la chasse aux phoques ont fait le tour de la planète. Fortement critiquée par certains groupes, la chasse marqua de plein fouet l'imaginaire collectif.

Encore aujourd'hui, le phoque revient sur la sellette. Son nombre a littéralement explosé, menaçant du même coup une partie de son garde-manger, comme la morue de l'Atlantique. Que faire pour diminuer sa population ? La chasse est-elle l'unique solution ?

Dans tout ce débat de fond, une étonnante découverte scientifique ressurgit alors des glaces : la contraception chez les phoques ! Verra-t-elle enfin le jour sur la banquise ?

Mais d'abord, transportons-nous au large de la Nouvelle-Écosse, sur l'île de Sable...

Chaque année, le plus grand des trois troupeaux de phoques gris de l'Est du Canada s'y rassemble le temps de la mise bas. Toutefois, depuis une cinquantaine d'années, leur nombre grimpe en flèche et inquiète. Selon le Ministère des Pêches et Océans Canada

(MPO), juste à l'île de Sable, on y dénombre actuellement entre 260 000 et 320 000 têtes. Historiquement, la population totale de phoques gris de l'Est du Canada serait passée de quelques 13 000 phoques en 1960 à un nombre oscillant entre 330 000 et 410 000 aujourd'hui. Une bonne nouvelle, pourrait-on penser à première vue ! Et pourtant, la communauté scientifique et l'industrie des pêches sonnent l'alarme. Le phoque gris est perçu comme une menace directe au rétablissement tant souhaité de la morue de l'Atlantique. Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a d'ailleurs désigné la population de morues, présente sur le territoire avoisinant l'île de Sable, « en voie de disparition ». Malheur, car cette espèce fait également partie du régime alimentaire du phoque gris dans une proportion qui varie entre 1 et 24 %, selon le moment de l'année, le sexe du phoque et la région géographique. Alors, sachant qu'un phoque adulte peut consommer entre 1 et 2 tonnes de proies par année, il est évident qu'une certaine inquiétude soit présente.



L'ÎLE DE SABLE

Le moratoire imposé sur la pêche commerciale à la morue, au début des années 1990, n'a donc pas eu les effets tant espérés par les communautés côtières et l'industrie de la pêche. Les populations de morue n'ont pas montré, dans l'ensemble, de signes convaincants de rétablissement. Toutefois, les autorités s'entendent : la surpêche a d'abord fait les premiers ravages et, dans ces nouvelles conditions, chacune des prises de morue retirées fragilise encore plus les populations.

Un avis scientifique publié par le MPO en 2011 précise que la mortalité dite naturelle chez la morue âgée de plus de 5 ans dans le sud du Golfe du Saint-Laurent serait anormalement élevée, et qu'elle serait élevée à l'est du plateau néo-écossais où se situe l'île de Sable. On assiste donc à une hausse du taux de prédation chez les morues de plus de 5 ans correspondant étrangement avec la hausse du nombre de phoques.

Malgré les incertitudes scientifiques qui subsistent quant à la contribution réelle du phoque gris dans le non rétablissement des stocks de morues, le MPO doit agir. Il mandate en 2009 une firme de consultants indépendants, la *CBCL Limited*, spécialisée notamment dans le domaine de l'environnement. Elle a eu pour principale tâche d'évaluer les coûts et la faisabilité de deux programmes de gestion de la population des phoques gris de l'île de Sable.

La première option sur la table est le prélèvement sélectif de phoques gris, soit en termes clairs, l'abattage de plus de 200 000 phoques sur une période de 5 ans. L'autre option est la contraception par vaccination qui, à ce jour, n'en est qu'à un stade expérimental. La *CBCL Limited* a ainsi analysé les tenants et les aboutissants d'un programme visant la vaccination de 16 000

L'étude de faisabilité s'est basée sur des travaux scientifiques innovateurs menés à l'île de Sable à la fin des années 90 et qui ont mené à l'élaboration du fameux vaccin contraceptif.

Nous avons eu le plaisir d'échanger avec le Dr Bill Pohadjak, biologiste et chercheur à l'Université Dalhousie en Nouvelle-Écosse. Il faisait partie d'un groupe de chercheurs impliqué dans cette vaste étude à l'île de Sable et qui a mené à l'élaboration du vaccin. L'étude a été réalisée à la fois en milieu naturel, sur 205 phoques, et sur une douzaine de phoques en captivité à l'Université Dalhousie. « À cette époque, de 1991 à 1998, nos travaux furent financés par le MPO », se rappelle Dr Pohadjak.

MORUE DE L'ATLANTIQUE (Gadus morhua) Victime de la surpêche et source d'alimentation du phoque gris



©www.museevirtuel-virtualmuseum.ca



©corinne-rolland.blog4ever.com/blog/photos

PHOQUE GRIS (Halichoerus grypus)

Gestion par vaccination : Une méthode hautement « défensive »!

Dans le jargon scientifique, la contraception par vaccination se nomme immunotraconception puisqu'elle fait directement appel au système immunitaire de l'animal. Contrairement à la pilule contraceptive utilisée par les femmes, le vaccin contraceptif n'implique aucune modification des taux d'oestrogènes, ni d'aucune autre hormone sexuelle. La fécondation est empêchée par la simple stimulation des défenses naturelles de l'animal grâce à des anticorps bien spécifiques. De façon générale, les anticorps sont des molécules de défense qui permettent de neutraliser des corps étrangers (virus, bactéries et autres pathogènes) en se liant à l'une de leurs molécules. Ainsi, par son mode d'action, l'immunotraconception serait particulièrement similaire au vaccin contre la grippe. Normalement, sans le vaccin, le spermatozoïde identifie l'ovule grâce aux molécules de reconnaissance qui

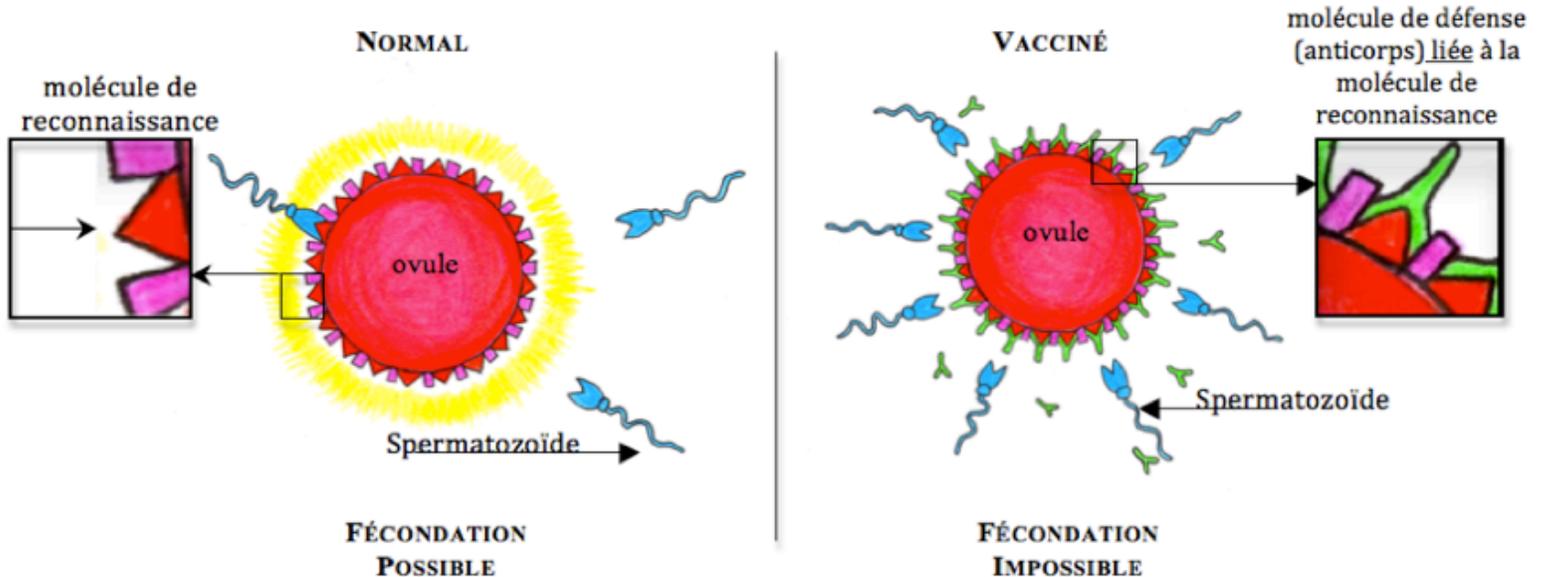


tapissent l'enveloppe de l'ovule, aussi appelée la zone pellucide. Ces molécules de reconnaissance servent de point d'ancrage aux spermatozoïdes pour que l'un de ceux-ci puisse amorcer son passage vers l'intérieur de l'ovule en vue de sa fécondation.

COMMENT UN VACCIN PEUT-IL EMPÊCHER UNE FÉCONDATION ?

Un vaccin stimule une réaction de défense face à un corps étranger. Dans le cas du vaccin contraceptif, on injecte au phoque des molécules de reconnaissance provenant de la zone pellucide d'un porc. Suite à cette injection, le système immunitaire du phoque se mobilise et produit des anticorps spécifiques à la molécule de reconnaissance injectée. Ceci entraîne une augmentation des défenses de l'organisme du phoque au niveau ovarien.

La liaison des anticorps aux molécules de reconnaissance forme un écran tout autour de l'ovule. Le spermatozoïde n'a ainsi plus aucun moyen d'accéder à une molécule de reconnaissance et la fécondation sera impossible !



Inspiré de Muller et al., (1997) et Modifié pour s'adapter au contenu

Une fois élaboré, comment administre-t-on le vaccin ?

L'injection du vaccin se fait directement au niveau du muscle des épaules, des hanches ou des nageoires du phoque. L'animal doit être immobilisé physiquement par deux personnes avec l'aide d'un grand filet. Cette manoeuvre peut s'avérer toutefois périlleuse, sachant qu'une femelle adulte peut peser jusqu'à 250 kg ! Bien que la méthode d'injection manuelle donne une quasi-certitude que le contenu de la seringue soit administré correctement dans l'organisme du phoque, cette technique n'est pas recommandée pour contrôler une population de phoques à grande échelle. Dans cette optique, d'autres techniques d'administration plus rapides et plus sécuritaires ont été évaluées par la firme *CBCL Limited*. C'est la carabine à air comprimé qui fut recommandée.

Grâce à cette technologie, la dose de contraceptif peut être administrée à une distance de près de 30 mètres. Ce dispositif utilise des pastilles biodégradables qui contiennent le vaccin et qui le libère dans les 24 heures suivant l'administration.



sa réversibilité, de la toxicité des procédés employés et de son coût. Dans le cas qui nous intéresse, le taux d'efficacité du vaccin contraceptif est relativement élevé. Dr Pohadjak nous assure : « Le vaccin a un taux d'efficacité de plus de 90% et demeure effectif pour une durée d'au moins 10 ans ». Cette période pourrait être a priori considérée comme étant trop courte, considérant la durée de fertilité des femelles phoques qui est d'une trentaine d'années. Toutefois, la réversibilité présente l'avantage de contrôler de manière plus fine l'abondance de la population et ainsi éviter une situation



Seringue-manuelle

Harpon avec dispositif

MÉTHODES D'INJECTION DU VACCIN

Fusil à fléchettes

Fusil Balistique à air comprimé

DIFFÉRENTES MÉTHODES D'ADMINISTRATION DU VACCIN CONTRACEPTIF

Présenté par la **CBCL limited**

Critères associés à la gestion des populations sauvages

Selon le Dr Robert A. Garrot, spécialiste en conservation des espèces sauvages à l'Université du Montana aux États-Unis, une méthode de gestion des populations devrait être jugée au niveau de son efficacité, de

de chute drastique d'effectif. Les recherches menées à l'Île de Sable n'ont démontré aucun effet secondaire chez les individus vaccinés. La toxicité du vaccin n'est donc pas préoccupante. Selon la *CBCL Limited*, un programme de vaccination coûterait au bas mot plus de 12 millions de dollars. Toutefois, la comparaison est difficile à établir

avec un programme d'abattage puisque les paramètres et les retombées économiques ne sont pas les mêmes.

L'éthique : un nouveau critère de gestion ?

Dr Pohadjak est convaincu : « La vaccination est une manière plus humaine de gérer nos populations sauvages que l'abattage ». C'est d'ailleurs dans cette volonté que les travaux de recherche ont été entrepris à la toute fin des années 80. En plus de répondre aux critères d'une bonne gestion des populations sauvages, la vaccination a l'avantage de répondre à certaines préoccupations soulevées par l'éthique, notamment le statut et le bien-être animal.

La contraception n'est pas retenue

Le Comité indique que la vaccination s'avérait « très coûteuse, exigeante du point de vue logistique, et même possiblement dangereuse à cause de la nécessité de capturer de gros animaux vivants ». La contraception chez les espèces sauvages est une méthode de plus en plus connue, mais encore souvent perçue comme marginale par les aménagistes de la faune.

Toutefois, Dr Pohadjak rappelle avec justesse que toutes les interventions que nous faisons sur l'écosystème impliquent des coûts importants et soutient « qu'une grande part des coûts d'un programme de vaccination est liée à des approbations gouvernementales qui s'élèvent en terme de millions de dollars. » Ce sont des coûts énormes qui nuisent à la mise en application de cette méthode. Dr Pohadjak insiste sur le fait que dans un avenir très proche, ces coûts seront heureusement largement diminués. La vaccination pourrait à ce alors davantage rivaliser avec les options traditionnelles et aussi servir pour d'autres populations animales.



Les recherches doivent donc se poursuivre afin de perfectionner la méthode d'administration du vaccin pour la rendre plus applicable à grande échelle. Aussi, les scientifiques doivent continuer le travail afin de mieux cerner le rôle du phoque gris dans le déclin de la morue, mais plus largement son rôle dans l'écosystème aquatique. Certes, la contraception n'a pas été privilégiée en 2012, mais l'avenir nous enseignera si elle aura un jour une place sur la banquise.

Remerciement pour leur collaboration :
Dr Bill Pohadjak, Dr Valéry Giroux et Dr Charles Marsan

Le Comité sénatorial permanent présente ses conclusions



On apprend en octobre dernier que l'option recommandée par le Comité sénatorial permanent pour le contrôle de la population de phoques gris est le prélèvement sélectif de 70 000 phoques gris dans la région du golfe du St-Laurent où la situation est la plus critique. Toutefois, une série de recommandations est rédigée par le Comité sénatorial. L'une d'elles vise spécialement la poursuite d'études sur les lacunes identifiées par les scientifiques dont « le pourcentage que représente la morue dans le régime du phoque, la distribution des phoques dans l'est du plateau néo-écossais, ainsi que l'utilisation de moyens alternatifs de la population de phoques gris ». Un espoir dira-t-on pour les fervents de

Les plantes : majeures et vaccinées !

PAR LAURENT FRASER, ANDRÉANNE GIRARD-KEMP, SYLVAIN JUNIOR HENRIE ET JULIE PELLETIER



©AFP : Romeo Garcad

C'est bien connu, l'utilisation des pesticides a un effet extrêmement néfaste pour l'environnement. Certains sont responsables de la stérilisation et de la féminisation des ouaouarons de la rivière Yamaska. D'autres ont un effet cancérigène chez les bélugas, ou encore nuisent à la reproduction de certains animaux. Le chevalier cuivré, par exemple, un poisson de la rivière Richelieu, est maintenant considéré comme espèce menacée en raison de ces effets. En utilisant ces produits on oublie que les plantes ont aussi des mécanismes de défense qui peuvent être très efficaces. Dr Aoun, agronome au sein du CETAB+, un organisme d'expertise en agriculture biologique, nous explique que leurs défenses sont bien suffisantes pour lutter contre tout envahisseur. Leur seul problème est que lorsqu'elles sont déclenchées, il est souvent déjà trop tard ! Par chance, certains chercheurs travaillent maintenant sur une nouvelle technique qui nous permettrait d'activer sur demande ces mécanismes défensifs : la vaccination des végétaux.

Afin de protéger nos plantations, les pesticides étaient la meilleure solution jusqu'à tout récemment. La vaccination des végétaux est une méthode beaucoup plus écologique et serait plus efficace que ces produits toxiques dans certaines situations.

contre divers agents agresseurs. L'objectif d'un vaccin, quel qu'il soit, est d'induire une résistance durable chez la plante. » En d'autres termes, la vaccination consiste en l'exposition de la plante à un agent, appelé stimulateur de défense naturelle (SDN), qui lui permet de mettre son système de défense en alerte.

MAIS QU'EST-CE QU'UN VACCIN ?

Pour l'être humain ou pour n'importe quel autre mammifère, le principe de la vaccination est le même. On injecte une version inoffensive d'un micro-organisme directement dans le corps. L'intrus microbien est alors reconnu par les globules blancs qui se chargent de sa destruction. Le vacciné est ainsi protégé contre de futures attaques de cet ennemi.

Chez la plante, c'est différent. Dre Benhamou, responsable du centre de recherche en horticulture de l'Université Laval, s'est d'abord intéressée aux interactions entre les végétaux et leurs agresseurs. Il lui est alors venue l'idée de provoquer l'armement naturel de ces êtres vivants. « *Un vaccin est une molécule active susceptible de déclencher, chez une plante, tout l'arsenal défensif nécessaire à l'établissement d'une résistance [...]*

UN VACCIN PROMETTEUR

Dre Benhamou a écrit un livre sur les défenses végétales, dans lequel elle explique que les SDNs semblent être l'alternative la plus pertinente aux fongicides (contre les champignons). Ces produits hautement toxiques sont les plus utilisés mondialement pour combattre les champignons responsables de nombreuses maladies.

La compagnie française *Goëmar* a mis sur le marché en premier un de ces produits : le *Iodus 40*. Ce dernier, maintenant commercialisé en Europe, prend bien vite de l'expansion. En trois ans il a protégé plus de 100 000 hectares de blé, ce qui est énorme ! L'élément actif de ce vaccin végétal est un sucre extrait d'une algue, la *Laminaria digitata*. Le produit est pulvérisé sur les plantes, ce qui permet une protection rapide contre divers champignons. À partir du *Iodus 40*, *Goëmar* tente présentement de créer de nouvelles substances dans le but de protéger les champs de fraises, les vignobles et plusieurs types de vergers contre diverses maladies.

et la réponse hypersensible. La première consiste à fabriquer un agent qui empêche la propagation bactérienne. La seconde va tuer les tissus environnant le site d'infection, ce qui privera les microorganismes envahisseurs de ressources, les empêchant de se répandre dans toute la plante. Dans les deux cas, l'acide jasmonique produit est libéré dans la sève. Il est alors transporté dans toutes les parties du végétal et y provoque la fabrication de tout l'armement de la plante.

Le Iodus 40 a protégé plus de 100 000 ha de blé en seulement 3 ans

QUOI ? LES PLANTES SE DÉFENDENT ?

Bien entendu, la plante n'a pas de globules blancs, et ne peut donc pas se souvenir des microbes l'ayant déjà attaquée, comme nous le faisons. Elle ne peut pas non plus voir qu'un cerf lui grignote les bourgeons. Alors, comment procède-t-elle ? Comment cet organisme immobile fait-il pour percevoir le danger qui le guette ? Précisons d'abord que l'enchaînement des réactions diffère grandement selon le type d'agresseur : animal ou microbe.

Lorsqu'un herbivore, tels une chenille ou un lièvre, se nourrit d'une feuille, des dommages sont causés. La plante perçoit ces lésions en reconnaissant des molécules appelées éliciteurs. Le végétal associe ces éliciteurs à des lésions physiques ou microbiennes. Par exemple, les éliciteurs émis par un herbivore peuvent être contenus dans sa salive. Les cellules végétales, en captant l'éliciteur, vont entamer la production d'une substance très importante pour la suite des événements : l'acide jasmonique. Lorsqu'un microorganisme, tel un champignon, agresse la plante, il se produit les mêmes événements. Toutefois, dans ce cas-ci, l'éliciteur va aussi provoquer d'autres réactions. Les plus communes sont la production de phytoalexines

UNE SIMPLE ALGUE

La *Laminaria digitata* est l'algue utilisée dans la fabrication du Iodus 40. Depuis quelques années, elle voit sa population chuter. Son utilisation dans plusieurs domaines, comme les cosmétiques, les textiles et l'alimentation est responsable de ce phénomène et poussent les autorités à mettre en place des quotas d'exploitation.



©Annekatriin Enge

DES ARMES DE CHOIX !

Certains végétaux ont des défenses très évidentes contre un animal ou même un humain. Par exemple, les épines de cactus vont en décourager plus d'un à y prendre une bouchée. L'écorce du bois, quant à elle, est une rigide barrière pauvre en nutriments qui ne sera pas très attrayante pour la grande majorité de ses consommateurs.

Ces structures ne constituent toute-fois qu'une infime partie de tout l'armement qu'une plante possède.

Les plantes fabriquent, en plus, des molécules de défenses : les métabolites secondaires. Certains ont des propriétés insecticides ou antimicrobiennes. D'autres vont procurer de la rigidité à la plante ou nuire aux végétaux environnants. Le principal problème de cet arsenal est qu'il prend beaucoup de temps à se mettre en branle.

Ainsi, un cerf ou une centaine de chenilles peuvent dévorer la plante entière avant même qu'elle n'ait produit une seule de ses armes. C'est là où la vaccination intervient !

UNE ALTERNATIVE AUX PESTICIDES ?

Les pesticides ciblent les insectes et microbes et exercent sur eux une pression incroyable. Les individus qui survivent et qui peuvent se reproduire même en présence du produit toxique peuvent transmettre à leur progéniture une grande résistance aux pesticides. Ces descendants reformeront une population entière d'organismes ravageurs insensibles aux pesticides.

De plus, ces pesticides peuvent tuer une grande partie des organismes vivants dans le champ tant bénéfiques que néfastes, rendant le champ presque stérile.

plantations fruitières et maraichères. Celles-ci engendrent des profits de près de 100 millions de dollars par année au Québec seulement. Les prédateurs naturels des insectes néfastes vont aussi être exposés à ces produits. Ceci nuit à l'équilibre naturel du champ et favorise les épidémies de maladies et d'insectes dans la région.

La vaccination quant à elle, ne vise pas les ravageurs directement. Ceux-ci ne peuvent donc pas développer de résistance face aux SDN. Il est vrai que les microorganismes et insectes peuvent finir par développer des résistances face aux défenses stimulées de la plante. Toutefois, cette dernière pourra aussi améliorer son armement en évoluant au même rythme que ses agresseurs.

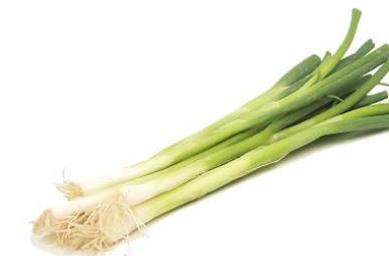
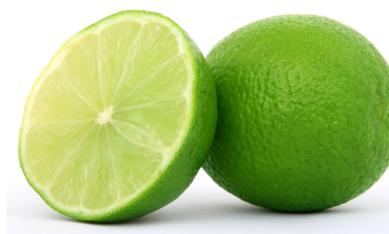
De plus, les produits présentement commercialisés ne créent pas de pollution environnementale et ne mettent pas en péril l'intégrité des autres êtres vivants, contrairement aux pesticides.

Les SDN ont malheureusement aussi des défauts. Contrairement aux pesticides dont l'utilisation est simple, les SDN ne peuvent pas être utilisés systématiquement chaque année. L'agriculteur doit être au

**« La vaccination c'est comme dire à la plante : Réveille-toi! Y'a un microbe qui va t'attaquer! »
- Dr Aoun**

Par exemple, ils pourraient éliminer les insectes pollinisateurs responsables de la production de plusieurs

courant des risques d'épidémies et de la présence d'espèces nuisibles dans les environs en tout temps



DES SUBSTANCES BIEN CONNUES

L'odeur caractéristique de la menthe et du basilic ainsi que le goût des agrumes, des piments et des oignons verts sont dus aux métabolites défensifs. La plante les entrepose dans ses tissus pour empêcher les herbivores de les consommer... sauf peut-être dans une délicieuse salade !



CHAMPIONNE DE LA POLLINISATION

L'insecte le plus utilisé pour la pollinisation est sans aucun doute l'abeille domestique. Les poils recouvrant son corps lui permettent de capter une quantité incroyable de pollen qu'elle transportera de fleurs en fleurs. Cette caractéristique est aussi en partie responsable de sa disparition progressive puisque les pesticides et produits toxiques restent eux aussi attachés à l'insecte.

afin d'utiliser ce produit. Aussi, son utilisation seule est moins efficace que l'épandage de pesticides. Ces imperfections rendent la vaccination beaucoup moins attrayante pour les producteurs agricoles.

Toutefois, Dr Aoun précise que la vaccination peut s'avérer encore plus profitable que l'utilisation des pesticides. Par exemple, lorsqu'elle est combinée à d'autres méthodes biologiques, ils favorisent le maintien d'un environnement plus sain. En d'autres mots, préserver la faune et la flore autour des champs et dans le sol peut être très bénéfique pour les cultures.

POURQUOI NE PAS Y AVOIR PENSÉ PLUS TÔT ?

La réponse est fort simple. Les métabolites secondaires ont comme but de rendre la plante désagréable et toxique pour les animaux qui la mangeront. Malheureusement, ces composés visent aussi les grands herbivores que nous sommes. Imaginez servir du brocoli quatre fois plus amer à votre neveu, ou bien couper des oignons vous faisant pleurer toute l'eau de votre corps. Pas très intéressant, non ? De plus, cette avenue n'était pas très excitante pour les grands producteurs. Les métabolites secondaires sont fabriqués au détriment des métabolites primaires qui sont responsables de la croissance et du développement normal de plante.

Autrement dit, plus la plante utilise son énergie pour se défendre, moins elle en aura pour croître.

Théoriquement, non seulement les aliments produits suite à la vaccination n'auraient pas été intéressants pour les consommateurs, mais en plus il y en aurait eu moins. Face à l'efficacité des pesticides, cette technologie ne semblait pas faire le poids. Pourtant, Dre Benhamou assure qu'aucune perte de rendement n'a été enregistrée jusqu'à présent, ni aucun autre des effets secondaires indésirables mentionnés précédemment.

L'INTÉGRER À LA LUTTE INTÉGRÉE

Dans l'optique d'une utilisation combinée avec d'autres techniques peu ou non dommageables pour l'environnement, les SDN peuvent s'avérer des atouts majeurs et devenir beaucoup plus intéressants. Par exemple, Dr Benhamou et son équipe travaillent présentement à l'élaboration d'un traitement double agissant comme un SDN ainsi que comme un antimicrobien à action rapide. Les possibilités sont très grandes !

« La vaccination peut s'avérer encore plus profitable que l'utilisation des pesticides. »

- Dr Aoun

Cependant, le Dr Éric Lucas, responsable du laboratoire de lutte biologique à l'Université du Québec à Montréal, nous met en garde sur l'utilisation de cette nouvelle méthode en lutte intégrée : « Avant de répandre ces « vaccins » dans les champs, il faut non seulement en vérifier l'effet sur les insectes ravageurs, mais aussi sur leurs prédateurs naturels, en particulier les espèces omnivores, qui pourraient fuir le site traité, par faute de la qualité diminuée des ressources. Malheureusement, de telles précautions s'obtiennent par observation au cas par cas, une procédure longue et fastidieuse ».

AUCUN VACCIN AU QUÉBEC

Actuellement, aucun vaccin n'est commercialisé dans notre coin de pays. Les avancées scientifiques dans ce domaine, bien que très prometteuses, ont encore un long chemin à faire avant d'atteindre les champs des gros producteurs locaux. Toutefois, Dr Benhamou reçoit beaucoup de commentaires très positifs de la part du public et de son entourage face à ses recherches.

La vaccination a comme objectif de renforcer les défenses de la nature. L'humain tente depuis plusieurs années de remplacer ces mécanismes de défense, fruits de plusieurs



REVIREMENT DE SITUATION

La coccinelle asiatique est grandement utilisée en lutte intégrée afin de combattre plusieurs insectes ravageurs. Toutefois, cette espèce s'est tellement bien acclimatée à notre environnement qu'elle déloge les espèces québécoises ! C'est cette coccinelle qui envahit nos habitations pour survivre au rude hiver.

millions d'années d'évolution, d'une manière grossière et nuisible pour l'environnement. En voyant ces recherches, nous sommes heureux de constater que nous faisons un pas de plus vers la fin de l'ère des pesticides. « L'utilisation des pesticides est dépassée depuis plus de 20 ans ! Il est grand temps de passer à autre chose »,

ajoute Dr Lucas à la fin de notre entretien, des propos avec lesquels nous sommes bien en accord.

Pour de plus amples informations,
nous vous invitons à consulter le livre de Dre Benhamou !



L'épaulard nage dans des eaux troubles

PAR MARC-ANDRÉ CLÉMENT, GENEVIÈVE COLLIN, FRANÇOIS DALLAIRE ET CATHERINE PAQUETTE



Old Tom, l'épaulard qui aida les hommes à chasser les baleines !

Au 20e siècle, en Australie, un groupe d'épaulards s'est associé à des pêcheurs de baleines pour aider ceux-ci à trouver des proies à chasser. Le groupe était mené par un épaulard nommé « Old Tom », qui avait une tactique de chasse particulière : pour tuer ses proies, il utilisait les harpons des bateaux de pêcheurs. Le groupe d'épaulards migrateurs se nourrissant de baleines se séparait en deux groupes. Le premier avertissait les humains de l'arrivée des proies et déplaçait les embarcations pour augmenter la rapidité de celles-ci, tandis que le second groupe les tuait en attendant les pêcheurs. Ces derniers redonnaient un peu de chair des prises du jour aux épaulards en récompense de leur travail. En 1930, lors de la mort d'Old Tom, le groupe délaissa cette alliance : le groupe de pêcheurs cessa ses activités et ce fut la fin de la chasse à la baleine à Eden, en Australie. Depuis ce jour, la relation entre l'homme et l'épaulard ne cesse de se dégrader. Dans le monde d'aujourd'hui, cette connexion unique avec l'épaulard est presque totalement disparue des mœurs et coutumes de l'homme. Notre espèce est même devenue la plus

grande source de danger pour ce mammifère marin. L'homme est passé de meilleur ami de la baleine à déverseur de produits toxiques dans leurs différents habitats.

Les bateaux mis au banc des accusés...

Il faut d'abord comprendre que la seule présence de l'homme est une source de perturbations pour l'épaulard. Des chercheurs mettent de l'avant les dangers que peuvent causer l'activité maritime humaine dans les différents habitats de ce mammifère. Il a été démontré que les épaulards sont plus



L'ÉPAULARD :

L'épaulard est un mammifère faisant partie de l'ordre des cétacés.

Aussi étonnant que cela puisse paraître, l'épaulard appartient au même groupe que les dauphins :

- Ils possèdent tous deux des dents.
- Ils n'ont qu'une seule narine pour évacuer l'eau.



LA MASCULINISATION DU BÉLUGA

Un polluant nommé le tributylétain (TBT) est utilisé en tant qu'agent antifongique sur les bateaux. Des études tendent à démontrer que ce produit toxique occasionne la masculinisation des femelles chez les bélugas, nuisant considérablement à la survie de l'espèce. **Peut-on considérer que ce produit occasionne les mêmes effets secondaires chez l'épaulard ?**

vulnérables aux dérangements occasionnés par l'homme dans leur zone d'alimentation, plutôt que dans leur lieu de repos, ou encore lors de leur déplacement. Étant donné que l'emplacement des voies maritimes ne tient pas compte des zones d'habitats de la baleine, celles-ci peuvent être très nuisibles. En étudiant les zones d'alimentation de ces mammifères marins, il serait possible de concevoir des passages où les bateaux auraient un minimum d'impacts sur les épaulards. D'ailleurs, un recensement a été effectué pour déterminer la fréquence de collisions de baleines avec les bateaux. Leur conclusion : plus la limite de vitesse de navigation est élevée, plus la fréquence de collision avec les épaulards tend à augmenter. Tous les types de bateaux semblent avoir eu un impact sur la faune marine. Cependant, les bateaux d'une longueur supérieure à 80 mètres et se déplaçant à une vitesse de plus de 14 km/h sont les plus dévastateurs pour les mammifères marins. Ceci représente un argument choc qui mérite une analyse approfondie de la conception des chemins maritimes ainsi que de notre façon de naviguer.

Le touriste, un éternel hypocrite !

Les bateaux marchands ne sont malheureusement pas les seuls qui perturbent la vie de ces majestueux

animaux. En été, les épaulards des côtes de la Colombie-Britannique sont souvent observés par les touristes et les scientifiques. Malgré un code de conduite stipulant qu'il faut demeurer à plus de 100 mètres de ces mammifères marins, des scientifiques se sont demandé si cet achalandage touristique avait un effet direct sur la qualité de vie des épaulards. Les premiers résultats d'observations démontrent une différence de comportement selon le sexe de l'animal : les femelles tendent à accélérer leur vitesse de nage en modifiant aussi leur angle de saut tandis que les mâles choisissent de contourner l'obstacle plus lentement et indirectement. Bien que ces modifications semblent sans impact, il faut garder en tête que l'animal subit, dans sa vie, des centaines de ces perturbations humaines. Est-ce donc la somme de ces dérangements qui importerait en bout de ligne ?



Dis-moi ce que tu manges et je te dirai à quel point tu es contaminé...

Il faut d'abord comprendre que, dans les eaux des côtes de la Colombie-Britannique, deux populations d'épaulards cohabitent ensemble. Les types d'épaulards peuvent être différenciés l'un de l'autre selon leur diète, leur morphologie, leur génétique, leur organisation sociale, leur comportement, leur verbalisation et leur emplacement géographique. Ayant un mode de vie différent, les sous-populations d'épaulards seront affectées de manières différentes par les polluants se trouvant dans leur habitat.

Les contaminants s'accumulent d'abord dans la proie de l'épaulard et, lorsqu'ingérée par celui-ci, ils sont transférés d'un animal à l'autre. Voilà pourquoi l'aspect le plus important pour l'accumulation de polluants dans l'épaulard est bien sûr le type d'alimentation de celui-ci. Il a d'abord été observé que les baleines migratrices, l'un des deux groupes, se nourrissent plus spécifiquement de petits mammifères marins tandis que les résidentes, l'autre groupe, préfèrent les poissons. Le premier groupe devrait donc être davantage contaminé par les polluants que le second. Concrètement, ceci s'explique par leurs proies plus volumineuses et donc contenant davantage de polluants. La population résidente du sud est présentement en voie de disparition et la population migratrice de la côte ouest est menacée, selon la COSEPAC, Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Il faut agir le plus rapidement possible pour chacune de ces populations, pour le bien-être de nos océans. Dans tous les différents groupes d'épaulards étudiés par des chercheurs universitaires, des traces de PCB (polychlorobiphényle) ont été découvertes dans le corps des animaux. Il s'agit d'un produit utilisé par l'homme comme isolant électrique ininflammable. Le groupe migrateur était cependant significativement plus contaminé en comparaison à ses congénères résidents. Des études scientifiques démontrent aussi que la concentration en PCB dans les baleines mâles augmente selon leur âge et que les femelles en ont beaucoup moins en elles et ce, dans toutes les sous-populations étudiées.

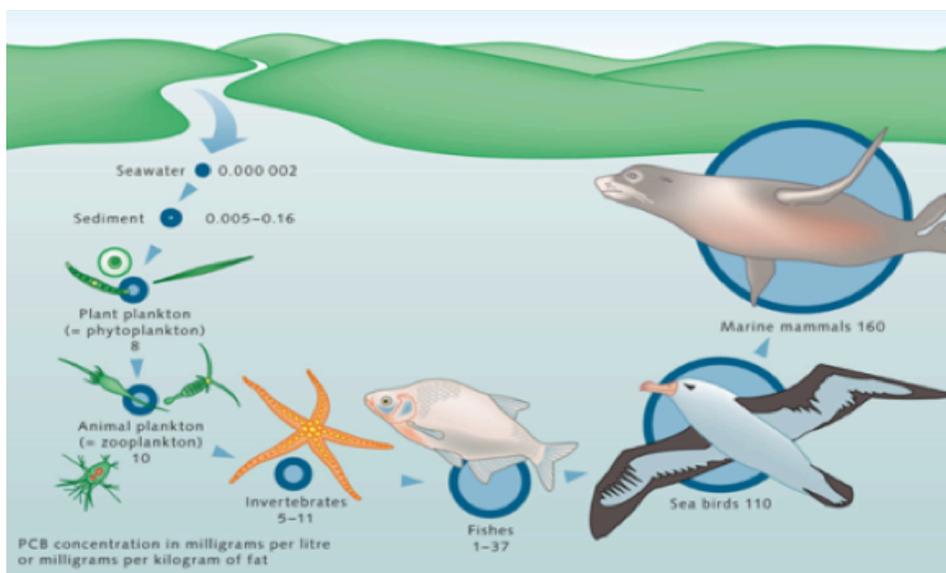
LA BALEINE TUEUSE, UN SURNOM BIEN CHOISI !

L'épaulard peut chasser des proies aussi grosses que le cachalot macrocéphale ou le rorqual bleu, qui mesurent environ 25 mètres, malgré sa longueur maximale de 9,8 et 8,5 mètres respectivement chez le mâle et la femelle.

Deux phénomènes pourraient expliquer les différentes concentrations en PCB dans les sous-groupes de baleines soit l'âge et le sexe. D'abord, le principe de la bioaccumulation veut que plus un animal est haut dans la chaîne alimentaire, plus il est susceptible de contenir une forte quantité de polluant. Ainsi, plus la proie consommée par l'épaulard est élevée dans la chaîne alimentaire, plus celui-ci est contaminé au PCB, illustrant ainsi l'importance capitale de la diète alimentaire de l'épaulard dans la bioaccumulation du polluant. Les chercheurs proposent que la capacité à transformer le PCB en produit non-toxique soit propre à chaque individu et donc, aurait un rôle à jouer dans le niveau final du PCB dans le corps de l'épaulard.

Les grands-mères, bien présentes chez les épaulards

Tout comme chez l'humain, les femelles épaulards ont une ménopause. Cette situation est bien particulière dans le règne animal puisqu'il n'est pas avantageux évolutivement de ne plus se reproduire. Cependant, des études récentes



SCHÉMATISATION DE LA BIOACCUMULATION DU PCB DANS LA CHAÎNE ALIMENTAIRE INFÉRIEURE À L'ÉPAULARD

© High PCB Concentrations in Free-Ranging Pacific Killer Whales, *Orcinus orca* : Effects of Age, Sex and Dietary Preference de P.S Ross et al.



LA CAPTIVITÉ DES ÉPAULARDS : POUR OU CONTRE ?

Une étude a démontré que l'épaulard né en captivité n'attaque que rarement l'humain, alors que les épaulards sauvages maintenus captifs le font davantage. Par exemple, en Norvège, il est possible de nager avec des épaulards qui migrent normalement dans les environs sans aucun danger. À l'opposé, les attaques d'épaulards maintenus en captivité sont parfois si violentes qu'elles causent la mort de leur dresseur, tel que ce fut le cas, en 2010, dans un aquarium de Floride, pour Tilly et son entraîneur. Les principales raisons d'un tel comportement pourraient être :

- **La taille de leur bassin**

En effet, les épaulards se retrouvent souvent dans un environnement restreint, bouleversant leurs activités habituelles et occasionnant un stress chez l'animal.

- **La présence de chlore dans les bassins**

Ajouté dans le but de garder une eau claire, le chlore cause une déficience en nutriments et en micro-organismes nécessaires au bien-être de l'animal. De plus, le chlore augmente le niveau de pollution et peut entraîner un assèchement de la peau chez l'animal.

tendent à démontrer que les épaulards femelles, une fois ménopausées, s'engagent davantage dans l'éducation de leurs petits-enfants. En présence de ces grands-mères, la probabilité de survie des jeunes tend à augmenter, surtout chez les mâles. Est-ce que le fait que les grands-mères épaulards cessent de se reproduire pourrait être un facteur naturel qui, combiné avec la présence de polluants, pourrait avoir un effet exponentiel dévastateur quant à la survie des épaulards de la Colombie-Britannique ?

L'épaulard, un hôte très accueillant

En 2011, à l'aquarium public de Nagoya (Japon), une femelle épaulard nouvellement acquise d'un autre centre aquatique décède. Seulement six mois auront été nécessaires à l'affaiblissement de son système immunitaire et à son infection par plusieurs microorganismes opportunistes. Certains diront qu'une infection chez un animal en captivité au Japon ne peut être véritablement comparée à ce qui se déroule dans l'habitat naturel de l'épaulard d'Amérique du Nord, puisque les conditions sont différentes. Cependant, ce cas a permis d'obtenir de précieuses informations autrement difficiles à obtenir, nous permettant de mieux comprendre l'animal. Les scientifiques ayant tenté de guérir l'épaulard japonais sont venus à la conclusion que le type d'infection dont l'animal souffrait indiquait possiblement un affaiblissement du système immunitaire. En effet, lorsque l'épaulard est en santé, très peu de microbes peuvent pénétrer ses défenses immunitaires. Toutefois, lorsque celles-ci se voient affaiblies, elles ne peuvent plus soutenir les attaques extérieures. Selon les mêmes scientifiques, l'atténuation du système immunitaire des épaulards peut être attribuable à une longue suite d'infections bactériennes légères et presque sans symptôme pour l'animal. Un exemple de ce phénomène est le rejet d'eaux usées, contenant d'énormes quantités de bactéries, dans son environnement. Les attaques multiples de bactéries envers le système immunitaire affaiblissent ce dernier, rendant l'animal plus sensible aux infections qu'il combattait normalement sans difficulté. Bref, bien que ce cas soit très différent des épaulards d'Amérique du Nord, il permet d'en tirer d'importantes leçons. Les infections les plus fréquentes chez les épaulards sont celles dues au genre *Candida*, regroupant plus de 200 espèces de levure. Ce genre de levure pénètre dans l'animal majoritairement par inhalation ou encore par ingestion. Bien que la majorité de ces espèces composent sa flore normale, certaines sont nocives pour l'épaulard. La flore normale est composée de micro-organismes non-infectieux tapissant la peau ainsi que les voies gastro-intestinales, génitales et respiratoires de leur hôte. La présence d'une telle flore est nécessaire au maintien de la santé de l'animal puisqu'elle limite physiquement les zones d'entrée pour les microbes risquant de rendre l'hôte malade. Les espèces infectieuses de levures du genre *Candida* peuvent, entre autres, se développer dans les poumons ainsi que dans les veines et artères des

épaulards, causant alors plusieurs hémorragies et la mort de certains tissus.

L'homme au service de l'épaulard

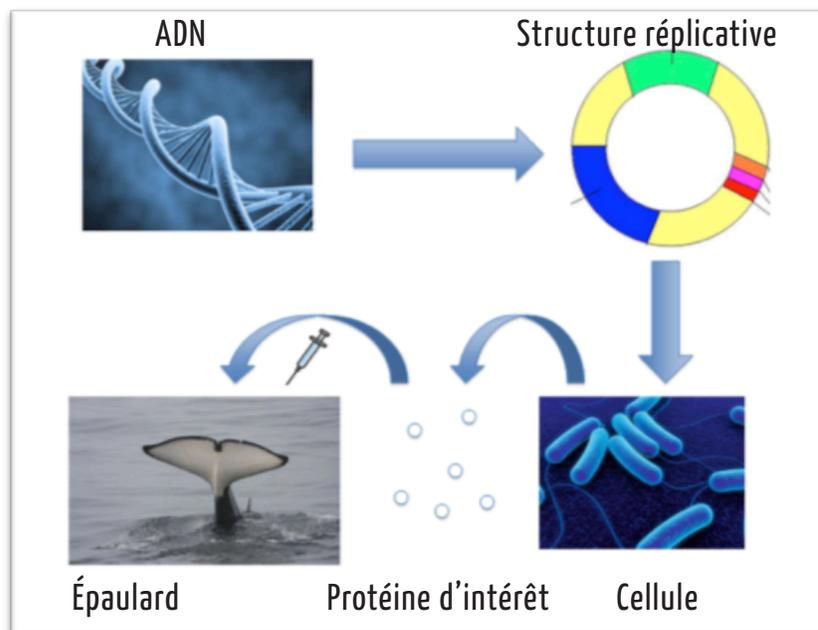
Afin de compenser l'impact négatif de l'activité humaine sur l'épaulard, certains chercheurs, dont une équipe américaine, tentent depuis plusieurs années de produire un vaccin pouvant stimuler le système immunitaire des animaux chez lesquels il est affaibli. D'abord, l'équipe a identifié une protéine jouant un rôle clé dans la réponse immunitaire : l'interleukine-II. Elle est normalement produite lorsqu'une cellule du système immunitaire reconnaît un agent infectieux et elle permet d'augmenter la réaction immunitaire contre l'agent infectieux en question. Cette protéine peut donc augmenter l'attaque du composé infectieux par le système immunitaire. L'équipe de recherche a ensuite réussi à produire une grande quantité de cette protéine dans le but ultime d'en injecter aux épaulards malades et ainsi favoriser leur réponse immunitaire envers les microbes. Pour fabriquer un tel vaccin, les chercheurs ont d'abord isolé, à partir d'une cellule d'épaulard, le segment d'ADN responsable de la production de l'interleukine-II. Ce fragment a ensuite été intégré dans une structure d'ADN qui a elle-même été insérée dans une cellule. La nouvelle structure d'ADN possède la capacité d'être lue fréquemment; ainsi, une production continue de la molécule est assurée. Finalement, les protéines produites sont extraites de la cellule

COMMENT PRODUIT-ON NOS PROTÉINES ?

Chaque protéine produite par nos cellules est fabriquée en suivant, comme modèle, une séquence précise d'ADN. L'ADN est le matériel génétique, présent dans chaque cellule, contenant toutes les informations nécessaires à la survie de tout être vivant. La séquence d'ADN est d'abord lue par certaines molécules. Elles reproduisent ladite séquence et forment alors un nouveau fragment, semblable à l'ADN. De nouvelles molécules lisent ensuite ce fragment et l'utilisent comme patron pour l'assemblage de la protéine voulue.

et peuvent donc être injectées aux épaulards au système immunitaire déficient. Le vaccin n'est toutefois pas encore utilisable puisque certains effets secondaires non négligeables, suite à son utilisation, sont suspectés. Certaines études suggèrent qu'il pourrait causer des troubles cardiaques, respiratoires, rénaux et neurologiques. Avant d'essayer d'aider les épaulards par certains avancements scientifiques, il serait donc important de s'assurer des répercussions possibles de nos actions sur ces animaux.

SCHÉMATISATION DE LA FABRICATION DE VACCIN POUR LES ÉPAULARDS



ADN : © www.forbes.com

Épaulard : © www.montereybaywhalewatch.com

Structure : © commons.wikimedia.org

Cellule : © thecompletepatient.com

DES MESURES À PRENDRE

Selon un spécialiste de l'écologie aquatique et marine, Monsieur Jean-Martin Fréchette (M.Sc.), plusieurs idées d'aménagement pourraient être effectuées dans l'optique de favoriser un écosystème dans lequel vit une espèce menacée telle que l'épaulard. En effet, il devient compliqué d'aménager ou de restreindre un milieu pour favoriser la survie de l'espèce directement. Il est cependant possible de favoriser les paramètres de son alimentation, tels que le saumon de l'Atlantique, qui est gravement affecté par la surpêche. Une réglementation plus sévère de sa pêche permettrait d'équilibrer l'écosystème marin. De plus, une loi sur l'approche d'animaux, à plus de trente mètres de distance, permettrait de limiter le stress occasionné à ces animaux. Par ailleurs, des programmes de surveillance de rejets de TBT et de PCB dans les rivières nord-américaines permettraient de restreindre l'impact de polluants sur la bioamplification, et donc sur nos cétacés à l'étude.



REMERCIEMENTS

Le comité du Point Biologique a reçu cette année une aide inestimable afin de publier cette revue. Nous remercions d'abord toutes les équipes d'étudiants ayant acceptées le défi de rédiger un article de niveau journalistique et tenter le concours à la publication. Nous ne manquons pas de remercier l'ensemble des personnes ressources ayant contribuées par leur expertise à la concrétisation de ces articles.

Nous tenons à remercier spécialement Diane Careau, du service à la vie étudiante, Michel Tremblay, de la reprographie, nos professeurs, Catherine Mounier et Tanya Handa, ainsi que Marine Regnier du comité de l'édition 2011-2012 du Point Biologique pour leur soutien et leurs conseils tout au long de ce projet.

Enfin, nous remercions nos commanditaires, la Faculté des sciences et le Département des sciences biologiques de l'UQÀM, l'Association étudiante du Secteur des sciences (AESS), le Regroupement des étudiant(e)s en écologie et biologie de l'UQÀM (RéébUQÀM), le Service à la vie étudiante (SVE) et Repro-UQÀM, sans qui la 7^{ème} édition du Point Biologique ne se serait jamais retrouvée entre vos mains.

Le Point Biologique représente plus qu'un recueil des meilleurs articles de vulgarisation scientifique rédigés par les finissants en Biologie. C'est notre façon de partager avec vous notre passion pour cette science.

Un gros merci,
Le Comité du Point Biologique



Source images : www.bio.uqam.ca/

LE BACCALURÉAT EN BIOLOGIE APPRENTISSAGE PAR PROBLÈMES

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

Classe d'environ 12 étudiants accompagnés d'un tuteur

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

Équipe dynamique
Professeurs réputés

Choix de trois axes pour la troisième année :

Biologie moléculaire et biotechnologie
Toxicologie et santé environnementale
Écologie

Stage de recherche
et / ou stage 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