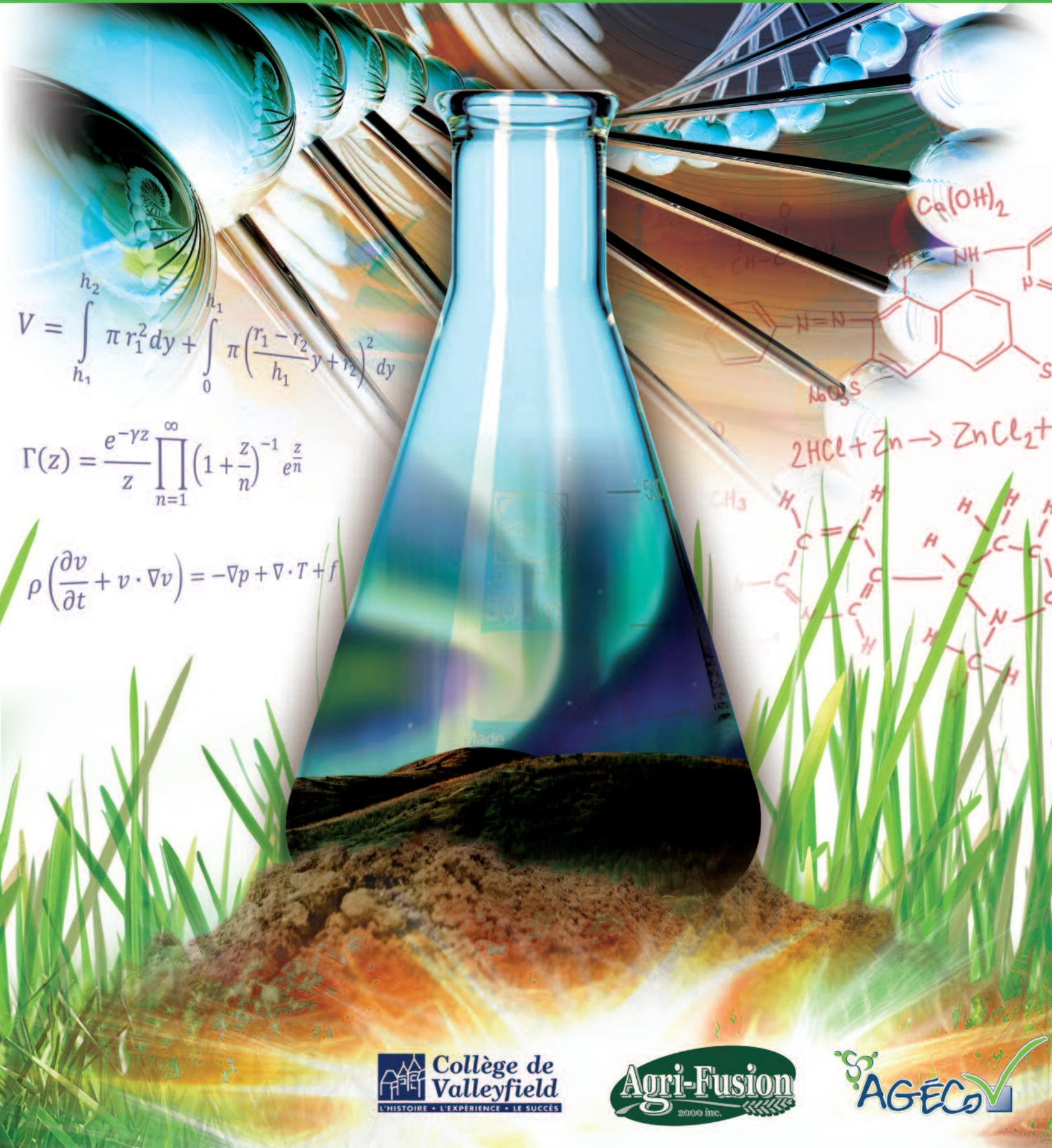


Ça, c'est de la SCIENCE!

Revue scientifique des étudiants en Sciences de la nature du Collège de Valleyfield

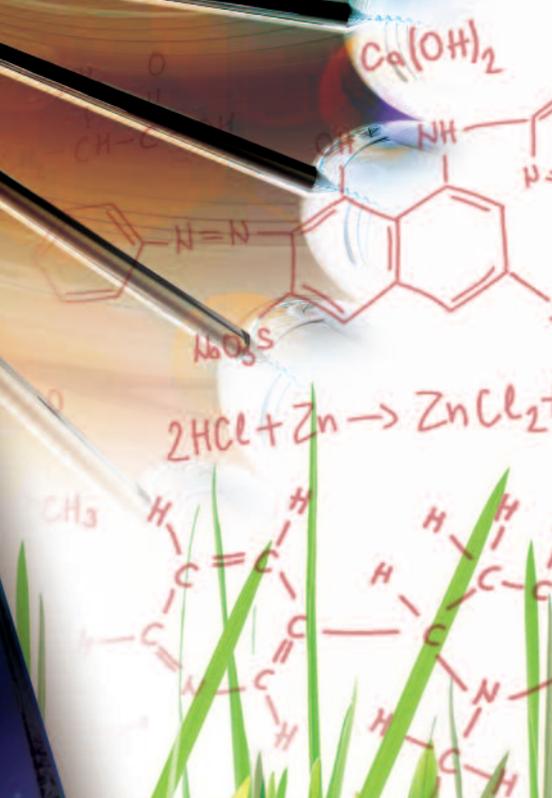
Numéro 4 - printemps 2013



$$V = \int_{h_1}^{h_2} \pi r_1^2 dy + \int_0^{h_1} \pi \left(\frac{r_1 - r_2}{h_1} y + r_2 \right)^2 dy$$

$$\Gamma(z) = \frac{e^{-yz}}{z} \prod_{n=1}^{\infty} \left(1 + \frac{z}{n} \right)^{-1} e^{\frac{z}{n}}$$

$$\rho \left(\frac{\partial v}{\partial t} + v \cdot \nabla v \right) = -\nabla p + \nabla \cdot T + f$$



Chers lecteurs,



Guy Laperrière
Directeur général

La vulgarisation scientifique consiste à rendre les sciences attrayantes et captivantes, à démontrer leur utilité dans la vie courante, dans ses aspects les plus modernes, à développer la curiosité des jeunes pour les sciences dont ils voient tous les jours les applications. S'agit-il là des principales fonctions de la communication scientifique ?

Cette quatrième édition de *Ça, c'est de la science* est destinée à publier des travaux de recherche originaux et à animer le débat de nos futurs spécialistes. Chacun des articles de cette publication est avant tout un rapport écrit et publié décrivant les résultats d'une réflexion scientifique.

La direction du Collège est fière d'être associée à la publication de cette revue. Elle remercie les étudiants qui partagent avec la communauté du Collège de Valleyfield les résultats de leur recherche et les professeurs du programme de Sciences de la nature qui veillent à sa production.

Chers lecteurs,

Le programme *Sciences de la nature* au Collège de Valleyfield permet de découvrir un nouvel aspect du monde des sciences par sa formation spécifique solide décrivant entre autres les lois de la physique et des mathématiques régissant l'univers, les interactions entre les atomes et les molécules, les bases de la vie et le fonctionnement du corps humain.

C'est avec joie que nous vous présentons la quatrième édition de la revue *Ça, c'est de la science* recueillant plusieurs articles en lien avec des domaines scientifiques variés et les cours de la formation du programme. De l'astrophysique à la biologie, en passant par les mathématiques comme le calcul différentiel et intégral ainsi que les probabilités et statistiques, vers la chimie organique et sans oublier la géologie, cette revue recouvre l'ensemble des notions offertes en dernière année du programme.

Nous souhaitons remercier tous les gens ayant participé à l'élaboration du projet, soit les professeurs suivants : Hélène Lévesque, Danny St-Pierre, Dominique Tessier, François Hotte, Éric Demers et Julie Quenneville. Nous adressons un remerciement spécial au professeur Simon Labelle pour avoir coordonné et planifié le projet et à Aimie Chénard pour la conception graphique de la revue. Nous sommes reconnaissants envers la Direction des études ainsi que la Direction des communications du collège pour leur appui, et envers Agri Fusion 2000 Inc. pour son soutien financier.

Bonne lecture!

Les membres étudiants du comité,

Geneviève Demers, Bianca Chung, Jérémie Gauthier, Maude Prud'homme,
Jérémie Bélanger, Marianne Pasztor, Élisabeth Roy et Marie-France Bergevin.

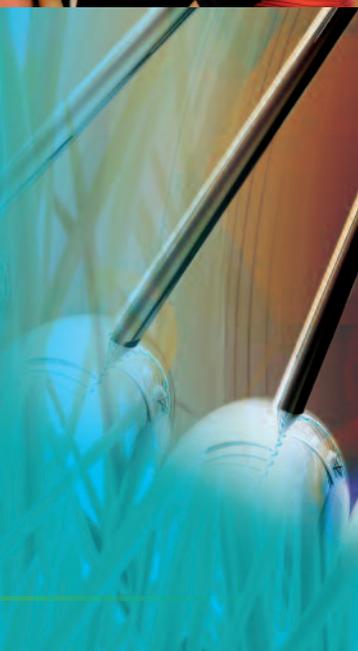
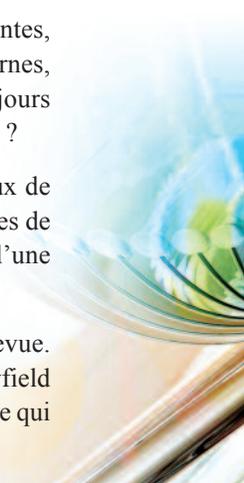


Table des matières

LE DÉVOREUR	4
L'ODEUR DE LA CHIMIE	5
L'ÉNIGME DE KÖNIGSBERG	7
QUAND LE CANCER DEVIENT CONTAGIEUX	8
VIVRE À L'EXTRÊME : DES BACTÉRIES SANS LOGIS	10
IRRÉVERSIBILITÉ : MYTHE OU RÉALITÉ?	11
AURORE BORÉALE : SIGNE DE VIE?	13
LA CHIMIE POUR PLUS DE STYLE	14
D'OÙ VIENNENT LES NOMBRES COMPLEXES?	16
IL ÉTAIT UNE FOIS... L'HISTOIRE D'UN BOUTON	17
ENLEVER LE « C » DU CO₂!	19
DES GÈNES RAVAGEURS	20
LE FIL SANS FAILLE	22
UN POISON RAYÉ JAUNE ET NOIR	23
LES ÉTOILES ATTRAPENT FROID	25
PHOTOS D'ASTRONOMIE	26

COMITÉ DE RÉDACTION :

Étudiants : Jérémie Bélanger, Marie-France Bergevin, Bianca Chung, Geneviève Demers, Jérémie Gauthier, Marianne Pasztor, Maude Prud'homme, Élizabeth Roy

Professeurs : François Hotte, Simon Labelle, Hélène Lévesque, Danny St-Pierre, Dominique Tessier

INFOGRAPHIE ET MISE EN PAGE : Aimie Chénard

RÉVISION LINGUISTIQUE : Guillaume Robidoux

ÉDITEUR : Collège de Valleyfield, 169, rue Champlain, Salaberry-de-Valleyfield (Québec) J6T 1X6

ISSN 1920-1141

La version électronique de la revue est disponible sur le portail du Collège (portail.colval.qc.ca), dans la rubrique « Programmes – Départements », sous le titre du programme préuniversitaire « Sciences de la nature ».

LE DÉVOREUR

Par Jérémie Bélanger, Jérémie Gauthier et Alexandre Guay

*Insatiable, j'avale toute matière
Je brille comme un million de soleils
Je réduis à néant les lois de la physique
Je suis,
Quasar*

Le savoir de l'humanité est constamment en évolution. De nos jours, l'homme est en mesure de comprendre les lois de la physique, de la chimie et de la biologie. Nous arrivons même à produire de l'énergie à partir de l'infiniment petit : les atomes. Par contre, nous ne pouvons pas en dire autant de l'infiniment grand. La science des astres, l'astrophysique, reste un domaine des plus mystérieux pour l'homme. En 1962, une nouvelle découverte vient bouleverser le monde scientifique : les quasars viennent d'être découverts. Ce sont des astres célestes aussi gros que notre système solaire brillant comme des milliers, voire un million d'étoiles. En fait, ce sont les entités les plus lumineuses de l'Univers. Nous arrivons même à voir des quasars situés aux confins de ce dernier, soit à plus de 12,9 milliards d'années-lumière! Cet article cherchera à vous présenter les quasars afin que vous puissiez partager notre intérêt pour ce sujet.

Qu'est-ce qu'un quasar ? Un quasar est un astre céleste, au centre duquel on trouve un trou noir. Les trous noirs possèdent la caractéristique d'attirer et d'absorber toute la

matière entrant dans leur champ d'attraction. Conséquemment, les trous noirs ont une masse énorme pour un volume restreint. Dans le cas du quasar, le trou noir est dit supermassif, ce qui veut dire que ce trou noir possède une masse phénoménale quand on le compare au reste de ses semblables. On parle ici d'une masse équivalente à plusieurs milliards de fois celle du Soleil.

Prenons le principe de la gravitation universelle de Newton. Selon celui-ci, deux objets possédant chacun une masse exercent une force d'attraction l'un sur l'autre. De plus, ce principe stipule que plus la masse d'un objet est élevée, plus son champ d'attraction est puissant. Quand nous mettons en parallèle la masse incroyable d'un trou noir au centre d'un quasar et le principe de gravitation de Newton, nous comprenons que le champ d'attraction produit par un quasar est hyperpuissant. La matière qui se situe à proximité du quasar se trouve aspirée par ce dernier, de la même manière qu'un individu sautant d'un avion en plein vol se retrouvera au sol, victime de la force gravitationnelle de la Terre. Or, le phénomène décrit par Newton dépend aussi de la distance qui sépare les objets. En effet, plus la distance les séparant est grande, moins la force qui les affecte est importante. En conséquence, plus les particules s'approchent du trou noir, plus la force

agissant sur celles-ci augmente. Alors, sous l'effet de cette force, toute matière accélère à mesure qu'elle s'approche du trou noir.

Sous l'influence du champ d'attraction énorme du quasar, un amas de poussière stellaire gigantesque entre en rotation autour de son centre. Cet amas prend la forme d'un anneau qu'on nomme disque d'accrétion. Il est composé de toute la matière passant dans le rayon d'action de la force gravitationnelle du trou noir. Il ingurgite cependant toute cette « nourriture » sous forme de particules. En effet, lorsqu'un objet céleste approche du quasar, il subit des forces si intenses qu'il est déchiqueté et réduit à l'état de molécules, peu importe sa nature. Bref, tel un ogre, le quasar engloutit une quantité phénoménale de matière. En moyenne, il absorbe une masse équivalente à un millier de soleils par année.

Tel un ogre, le quasar engloutit une quantité phénoménale de matière.

Toutefois, les quasars ne peuvent pas ingérer tout ce qu'ils attirent. Il semblerait qu'ils souffrent tous d'une indigestion chronique. En effet, ils recrachent près de 40% de ce qu'ils absorbent sous forme de deux jets s'extirpant de leur centre, le long de leur axe de rotation. Ces jets sont composés de plasma, c'est-à-dire de particules chargées tels des électrons et des protons, le tout voyageant à des vitesses s'approchant de celle de la lumière, soit $3,0 \times 10^8$ m/s. De plus, ce plasma dégage une grande quantité d'énergie sous forme d'ondes radio, de rayons X, de rayons gamma et de lumière. Alors, qu'est-ce qui restreint les rejets le long de l'axe de rotation? Pourquoi ne partent-ils pas plutôt dans tous les sens? La réponse est fort simple : le disque d'accrétion, formé d'un amas énorme de particules chargées, tourne autour du trou noir,



FIGURE 1 Représentation artistique d'un quasar. Source : Cette image a été produite par [European Southern Observatory \(ESO\)](http://www.eso.org/public/france/news/eso1122/). <http://www.eso.org/public/france/news/eso1122/>

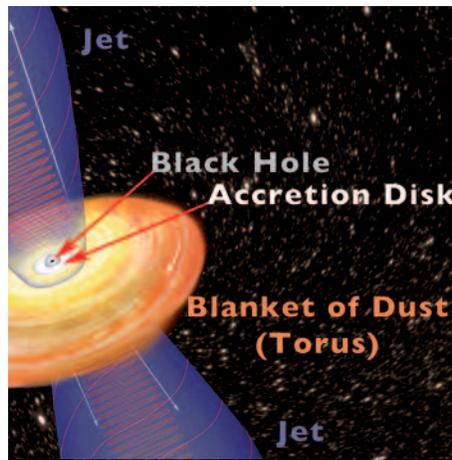


FIGURE 2 Illustration des différentes parties d'un quasar. Source : B. Saxton, NRAO/AUI/NSF

général un champ magnétique extrême situé dans cette région. C'est ce champ qui force les rejets à se localiser le long de l'axe de rotation du système.

Faisons un bref retour sur le disque d'accrétion. Dans cet anneau, la matière attirée par le quasar peut atteindre des vitesses avoisinant celle de la lumière. D'ailleurs, ces particules sont tellement près les unes des autres et se déplacent tellement rapidement qu'il y a de la friction entre elles. Cela dégage une incroyable quantité d'énergie, majoritairement sous forme de lumière.

Pour vous donner une petite idée de l'intensité de cette lumière, nous allons la comparer à celle d'un astre qui vous est familier. Chaque kilomètre carré à la surface d'un quasar brille autant que notre Soleil. Selon certaines observations, nous pourrions même dire qu'un quasar peut briller avec l'intensité de plusieurs galaxies. Cette luminosité, pouvant atteindre 10^{40} watts en puissance, distingue le quasar des autres objets célestes. C'est ainsi, en février 2012, que des images d'un quasar émettant de la lumière à 12,9 mil-

liards d'années-lumière ont été captées. C'est encore à ce jour l'astre le plus lointain que l'homme a réussi à observer.

Maintenant que vous comprenez ce qu'est un quasar, nous espérons vous avoir transmis une partie de l'admiration que nous éprouvons face à ces objets célestes si puissants. L'Univers recèle toutes sortes de phénomènes inconnus et inexplicables. Peut-être un jour arriverons-nous à découvrir une nouvelle terre d'accueil, une source d'énergie infinie, voire la vie. Une chose est certaine, le jour où l'homme se lancera à l'assaut de l'infiniment grand, il devra faire bien attention aux quasars!

RÉFÉRENCES :

- PELLETIER, Donald. *Astrophysique, Introduction à l'astronomie et à l'astrophysique*, Collège de Valleyfield, Hiver 2013, 355 p.
- COLLIN, Suzy. « Les quasars, trous noirs en action », *Dossier Pour la Science*, N°56, Juillet-Septembre 2007, p.30
- GUERET, Sébastien. *Les quasars, noyaux actifs de galaxies*. [En ligne] Page consultée le 29 mars 2013. Adresse URL : <http://www.astropolis.fr/articles/les-objets-du-ciel/les-quasars/astrophysique-quasars.html>.

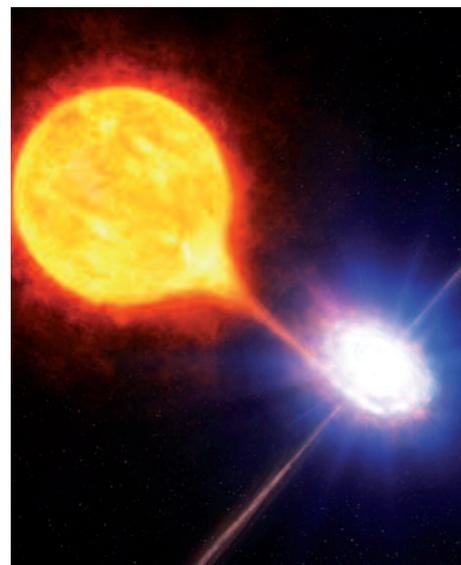


FIGURE 3 Une étoile au petit-déjeuner pour un quasar.

Source : ESO/L. Calçada.

L'ODEUR DE LA CHIMIE

Par Alexandra Garand et Marianne Pasztor

L'odorat est sans nul doute le sens le plus près de nos émotions et de nos intuitions. Certaines bonnes odeurs rappellent une personne chérie ou un souvenir agréable et d'autres, plus mauvaises, réveillent des pensées qu'on préfère oublier ou, plus simplement, nous agressent. Les parfums et leurs molécules permettent de jouer avec ce sens. Voici comment la chimie nous permet de sentir bon... ou mauvais.

N'ayons pas peur des mots : personne n'aime les mauvaises odeurs. C'est pourquoi on remarque une augmentation fulgurante des ventes des produits désodorisants ou parfumés. Les gens aiment encore moins sentir mauvais. La solution à ce problème est simple : se vaporiser d'un parfum d'une odeur agréable. Par contre, est-il si simple d'en arriver à ce produit? À voir le développement important de nouvelles gammes de parfums associées à de plus en plus d'odeurs différentes ainsi que

l'augmentation des mises en marché de parfums par les célébrités, on serait tenté d'affirmer que oui. Cependant, cette bruine qu'on se vaporise sur le corps est le fruit de longs procédés chimiques.

Tout d'abord, il faut savoir qu'il y a trois types de vaporisateurs aromatiques. On retrouve l'extrait, communément appelé parfum, l'eau de parfum et l'eau de toilette. Le premier d'entre tous est le plus concentré en molécules odorantes, donc celui ayant une odeur plus tenace. Le deuxième est un peu moins concentré et le dernier l'est encore moins.

Cependant, leur composition est la même. Dans tous les cas, on retrouve l'huile essentielle, la *base* du parfum, diluée dans un solvant, le *support* du parfum. Ce solvant est majoritairement l'alcool éthylique. La fragrance, soit l'effluve qui se dégage du mélange,

est répartie sur trois notes. La première, la *note de tête*, est la première perçue par le nez. C'est celle qui dure le moins longtemps. Elle est suivie par la *note de cœur* ayant pour rôle de conserver la fraîcheur de la note de tête. La dernière est la *note de fond* et se marie avec la peau de la personne qui porte le parfum. C'est elle qui persiste le plus longtemps. En d'autres mots, après avoir appliqué le produit, les odeurs arrivent dans un certain ordre. Quelquefois, on retrouve un *fixateur* employé pour accorder les trois notes entre elles lorsqu'elles ne sont pas équilibrées. Enfin, le tout repose durant une période de temps prolongée et donne naissance au *concentré* qu'on diluera dans une certaine quantité d'alcool dépendamment du type de vaporisateur recherché.

La nature est grandement utilisée pour obtenir les huiles essentielles. En effet, on retrouve des ingrédients d'origine végétale



FIGURE 1 Des pétales de fleurs qui seront utilisées à des fins d'infusion
Source : Toittoi. <http://www.flickr.com/photos/toittoisatoko/6240619449/in/photostream/>

comme le bois, l'écorce, la résine, les feuilles, les rameaux, les fleurs et les fruits. On retrouve aussi des ingrédients d'origine animale, moins utilisés pour des raisons de protection des animaux, comme le musc, le castoréum, la civette et l'ambre. La nature de l'huile essentielle détermine si elle fera partie de la note de tête, de cœur ou de fond. Généralement, les huiles essentielles des agrumes et des aromates, comme la lavande et la citronnelle, s'évaporent plus facilement, donc constituent la note de tête. Celles des fleurs, des herbes, des feuilles, des fruits et des épices, comme la cannelle, s'évaporent moins facilement, constituent la note de cœur. Les huiles obtenues à partir des bois, des écorces et des balsamiques, comme la vanille, forment la note de fond puisqu'elles sont beaucoup moins volatiles.

On distingue deux procédés d'extraction des constituants odorants nécessaires à la fabrication du parfum, soit la distillation et l'extraction par infusion.

Enfin arrive le moment de la conception du produit désiré. On distingue deux procédés d'extraction des constituants odorants nécessaires à la fabrication du parfum, soit la distillation et l'extraction par infusion. La première consiste à extraire les huiles essentielles de la substance choisie dans une cuve chauffée et mise sous pression pour que la vapeur entraîne les molécules responsables de l'odeur du produit. Cette vapeur continue son chemin dans un serpentin qui, en refroidissant à l'aide du courant de l'eau, la fait se condenser pour obtenir l'huile essentielle sous forme liquide. Souvent, 5 à 6 tonnes de fleurs sont parfois nécessaires pour obtenir un kilo d'huiles essentielles.

La deuxième méthode, l'extraction, consiste à faire infuser les substances, majoritairement celles faisant partie des ingrédients d'origine végétale, dans un mélange de solvant volatil et d'eau. Cette technique est surtout utilisée avec des fleurs ne supportant pas la chaleur. Une fois l'extraction terminée, on laisse le solvant s'évaporer. Après évaporation, on obtient une sorte de cire qui, en étant mélangée à de l'alcool, chauffée puis refroidie, forme une partie huileuse. On appelle «concrètes» les molécules extraites de la fleur par des solvants volatils et «rétinoides» celles obtenues à partir de résines, de baumes et de gommes. La partie huileuse obtenue lors du mélange à l'alcool se nomme «l'absolue» et constitue la note de fond.

Une fois l'huile essentielle ou l'absolue obtenue, on termine avec la macération. Cette étape consiste à les laisser en contact prolongé avec de l'alcool.

Cependant, certaines matières naturelles sont difficiles, voire impossibles à trouver à cause de leur caractère saisonnier. C'est pourquoi la plupart des parfums possèdent des petites quantités de molécules de synthèse, soit des composés créés pour reproduire certaines odeurs, compléter certaines fragrances et amener une plus grande diversité en parfumerie.

Enfin, à l'aide de la chimie, nous sommes en mesure de formuler des parfums, des eaux de parfum ainsi que des eaux de toilette et ce, à partir d'éléments de la nature et parfois complétés de molécules synthétiques. Ainsi, cet outil d'esthétique odorante permet de conserver des souvenirs et, bien sûr, confère une odeur alléchante à son utilisateur. Cependant, Dieu sait quels composés les parfumeurs peuvent parfois utiliser pour maximiser leur rendement et leurs profits... d'où vient l'importance d'avoir un regard critique devant la panoplie de parfums mis à notre disposition.



FIGURE 2 Technique d'infusion à petite échelle avec des pétales de fleurs et des morceaux de pommes

Source : Toittoi <http://www.flickr.com/photos/toittoisatoko/6240622815/sizes/o/in/set-72157627885443630/>

RÉFÉRENCES :

- HALUK, Jean Pierre. *Les arbres à parfum*. [En ligne] Page consultée le 4 mars 2013. Adresse URL : www.fcba.fr/ischp/ischp.ca/FR/pdf/2_comsession2/haluk_Lesarbresaparfum.pdf
- Département Sciences Chimiques du CNRS et la Junior Entreprise de l'École nationale supérieure de chimie de Paris (ENSCP). *L'élaboration des parfums*. [En ligne] Page consultée le 4 mars 2013. Adresse URL : http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doschim/decouv/parfums/voir_elabo_parf.html

L'ÉNIGME DE KÖNIGSBERG

Par Marie-France Bergevin et Laurence Champagne-Péladeau

La ville de Königsberg a longtemps suscité la curiosité de ses habitants par sa géographie et la conception plutôt intéressante de ses ponts. De là proviennent les balbutiements de la théorie des graphes.

Königsberg a été baptisée ainsi par les chevaliers teutoniques dans les années 1255 et signifie « montagne du roi ». Cette ville était autrefois érigée en Prusse orientale et il s'agissait d'une des provinces du royaume de Prusse avant de devenir, en 1871, l'empire d'Allemagne. Lors de la Première Guerre mondiale, la ville de Königsberg fut le siège de plusieurs combats entre les Russes et les Allemands. Après la Deuxième Guerre mondiale, elle fut annexée au territoire de l'URSS désormais connue comme étant la Russie. Sous l'emprise de Staline, la ville fut rebaptisée Kaliningrad dans le but d'éliminer le souvenir du pouvoir qu'a jadis eu l'Allemagne sur ce territoire.

La ville de Königsberg était divisée par les deux affluents de la rivière Pregel en quatre territoires, dont une île positionnée au centre. L'île était reliée aux trois rives par cinq ponts et deux ponts reliaient les rives. Les habitants de cette ville se questionnaient sur la possibilité de trouver un chemin traversant chacun des sept ponts une seule fois sans en oublier un seul. Croyez-vous que cela est possible?

Un mathématicien du nom de Leonhard Euler s'intéressa au problème et tenta de le résoudre. C'est en 1736 qu'il fut en mesure d'apporter une preuve mathématique résolvant l'énigme des sept ponts de Königsberg. Il arriva à la conclusion qu'il était impossible de tracer un chemin parcourant chaque pont une seule fois sans en oublier un seul.

Voici comment il est possible de résoudre ce problème. Tout d'abord, identifions l'île et les rives par une lettre majuscule et les ponts par une lettre minuscule (voir figure 2).

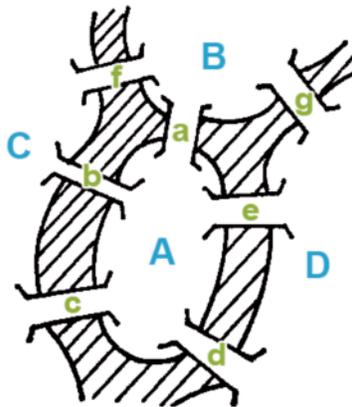


FIGURE 2 Représentation schématique de la ville de Königsberg.
Source : <http://math.pc.vh.free.fr/divers/images/konigsberg.htm>. Page consultée le 5 avril 2013.
Image modifiée par les auteurs.

Par la suite, nous avons tracé un graphe illustrant cette situation. Dans ce graphe, nous avons représenté l'île et les rives par des points que nous nommons «sommets». Nous avons relié ces sommets par des segments de droite, représentant les ponts, que nous nommons «arêtes». Le nombre d'arêtes sortant d'un sommet correspond au degré du sommet. Par exemple, dans le graphe de ce problème, le sommet A est de degré de cinq, car les arêtes a, b, c, d et e sortent de ce sommet. Alors, quel est le degré des sommets B, C et D? Comme vous l'avez probablement déterminé, les sommets B, C et D sont de degré trois.

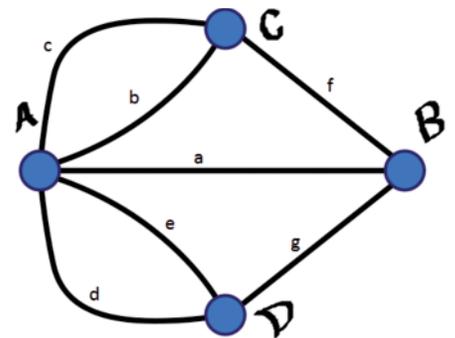


FIGURE 3 Graphe de la ville de Königsberg.
Source : Wikipédia. Page consultée le 1^{er} mai 2013.
Image modifiée par les auteurs.

À partir de ces concepts, Euler prouva que, s'il existe un chemin contenant chaque arête de ce graphe une et une seule fois, le graphe aura 0 ou 2 sommets de degré impair. En effet, un sommet de degré deux sera traversé une fois, une arête se dirigeant vers lui et une en sortant. Dans le même ordre d'idées, un sommet de degré quatre sera traversé deux fois, la première fois une arête se dirigera vers lui et une autre en sortira; la même chose se produira une seconde fois avec les deux autres arêtes. Le même modèle sera suivi pour tous les sommets de degré pair. Par contre, un sommet de degré un doit être un point d'arrivée ou de départ, puisqu'une seule arête peut entrer ou sortir de ce sommet. Ensuite, un sommet de degré trois sera également un point de départ ou d'arrivée, car il pourra être traversé une fois, comme un sommet de degré deux, puis n'admettra qu'une sortie ou

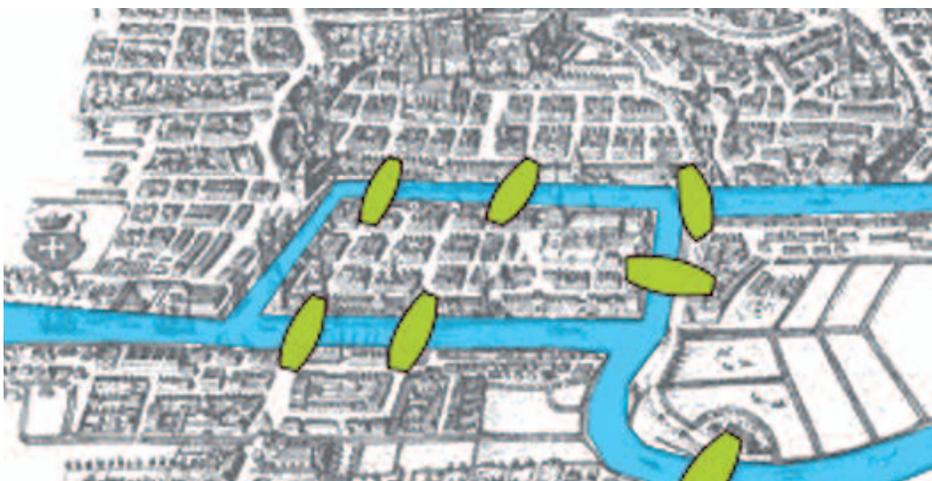


FIGURE 1 La ville de Königsberg.
Source : Bogdan Giuscă sur Wikipédia. Page consultée le 1^{er} mai 2013.

C'est en 1736 que Leonhard Euler fut en mesure d'apporter une preuve mathématique résolvant l'énigme des sept ponts de Königsberg.

une entrée. Le même modèle s'applique pour tous les sommets de degré impair. En somme, pour qu'il existe un chemin où le point d'arrivée est le même que le point de départ, le graphe ne doit contenir aucun sommet de degré impair. Si le point d'arrivée est différent du point de départ, le graphe doit contenir exactement deux sommets de degré impair qui seront justement les points de départ et d'arrivée.

Puisque l'énigme de Königsberg propose un graphe ayant quatre sommets impairs, il est impossible que l'on puisse traverser chacun des sept ponts une seule fois sans en oublier un seul, car cela contredirait le résultat précédent.

Finalement, cette énigme engendra l'avènement de la théorie des graphes, maintenant fort utile dans notre société moderne. Elle sert, par exemple, à déterminer le chemin le plus rentable en termes de coûts et de temps dans les réseaux de transports. De plus, la théorie des graphes est très utile dans

la sécurisation des réseaux informatiques, c'est-à-dire qu'elle sert à trouver leurs points faibles et ainsi contrer l'infiltration des virus. Ce qui était initialement une énigme plutôt anodine devint, au fil du temps, une théorie très importante dans notre société contemporaine.

RÉFÉRENCES :

- C.GENIAL, Les sept ponts de Königsberg [en ligne]. consulté le 24 avril 2013. http://www.cgenial.org/?n=Les-sept-ponts-de-Konigsberg_166_174
- Kaliningrad-Königsberg [en ligne]. Consulté le 24 avril 2013. http://www.kelibia.fr/histoirepostale/x_cadkoenigsberg2.htm

QUAND LE CANCER DEVIENT CONTAGIEUX

Par Nicolas Dumaresq, Caroline Matteau et Kassandre Bérubé-Thibeault

Le cancer chez les diables de Tasmanie (sarcophiles) est différent de ceux répertoriés jusqu'à maintenant. Cette mutation réussit à se transmettre d'un individu à un autre sans être rejetée par le système immunitaire de l'individu nouvellement infecté.

C'est en 1996 que le premier cas de DFTD (Tasmanian devil facial tumor disease) fut observé dans le nord-est de la Tasmanie par un photographe ayant aperçu un sarcophile avec une tumeur au visage. Cependant, ce cas n'a pas créé de vague au sein de la communauté scientifique. Ce n'est que quelques années plus tard que ce type de cancer a commencé à apparaître chez plusieurs de ces marsupiaux. Par la suite, les études réalisées par la Dre Elizabeth Murchison ont dévoilé que la première tumeur analysée était en fait dérivée des cellules cancéreuses du premier diable ayant été atteint, appelé le DFTD fondateur. Le cancer

a donc fait sa première apparition chez le DFTD fondateur avant 1996 et s'est répandu sous forme de clones à travers la population des diables de Tasmanie. Ce qui rend ce cancer si spécial, c'est que normalement chaque tumeur a une séquence d'ADN unique. Par contre, chez le DFTD, l'arrangement des chromosomes est presque identique chez tous les cas répertoriés jusqu'à maintenant. Ceci porte donc à croire que ce cancer est le même et qu'il se propage à travers l'espèce entière.

Portons attention au cancer lui-même. Chez le DFTD, les recherches témoignent de plusieurs modifications de la séquence génétique, notamment à deux endroits. Chez ces marsupiaux, le génome est composé de quatorze chromosomes incluant les chromosomes sexuels XX ou XY. Cependant, le génotype de la tumeur présente 13 chromosomes avec des mutations identiques d'un cas à l'autre et accu-

nement reliées au génotype de l'animal porteur. En comparant le génome de l'espèce et celui de la tumeur, on constate la perte de cinq chromosomes (incluant les chromosomes sexuels) et leur remplacement par quatre chromosomes non identifiés. Toutefois, dans plusieurs cas, on retrouve le double de chromosomes X, ce qui suggère que le sexe du DFTD fondateur était une femelle.

Sachant que d'un individu à l'autre nous retrouvons le même cancer, ou plutôt un clone ayant presque la même séquence ADN, comment ce cancer se propage-t-il? Les chercheurs ont tout d'abord cru que c'était une forme de virus qui transmettait le cancer d'un individu à un autre, comme le SIDA ou le VPH. Cependant, lorsqu'ils ont remarqué que deux cancers possédant une même séquence ADN se retrouvaient sur deux diables de Tasmanie différents, ils ont conclu qu'un virus n'était pas la cause



FIGURE 1 Mise en évidence de la mâchoire puissante du diable de Tasmanie
Source : http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tasdevil_large.jpg

de la transmission. Au cours de ses recherches, la généticienne, Dre Murchison, s'est penchée sur la question concernant la transmission de ce cancer. En étudiant le comportement des diables de Tasmanie, elle en est venue à conclure que la propagation du cancer est liée au comportement de l'animal. Comme le tempérament de ces animaux est assez agressif lorsqu'ils se rencontrent, ils ont tendance à s'attaquer afin de défendre leur territoire ou leur progéniture. Avec leur puissante mâchoire, ils viennent mordre leurs opposants, et le plus souvent au visage. La chercheuse a donc posé l'hypothèse qu'un sarcophile atteint du DFTD va transmettre des cellules vivantes de son propre cancer au visage d'un autre diable en le mordant. Ceci représente une évolution importante de ce type de cancer, car, en temps normal, cette anomalie cellulaire se limite au corps dans lequel elle s'est développée et meurt en même temps que l'organisme lui-même. Toutefois, les cellules cancéreuses d'un DFTD se détachent de la tumeur et se propagent dans la salive du diable de Tasmanie déjà infecté pour être transmises au diable de Tasmanie attaqué. Ce dernier développera à son tour un DFTD qui possèdera une séquence ADN différente de la sienne, soit celle du DFTD fondateur.

Une autre question fait surface en sachant que le cancer se transmet par l'implantation des cellules cancéreuses dans le corps d'un individu différent : pourquoi le système immunitaire ne rejette-t-il pas ces cellules étrangères, comme il le fait lors de la transplantation d'un organe incompatible? Dans une entrevue réalisée sur le site internet « The naked scientists », Dre Murchison annonce qu'elle et ses collègues n'ont pas encore trouvé la véritable cause du contournement du système immunitaire, mais qu'ils avaient actuellement deux pistes sur lesquelles travailler. La première est que le diable de Tasmanie



FIGURE 2 Un diable de Tasmanie atteint du DFTD
Source : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/99/Tasmanian_Devil_Facial_Tumour_Disease.png/320px-Tasmanian_Devil_Facial_Tumour_Disease.png

représente une espèce dont la diversité génétique est très limitée. Pour cette raison, le système ne reconnaîtrait pas le cancer comme non compatible, l'ADN du DFTD fondateur étant trop similaire à celui de l'individu infecté. La seconde piste est que la tumeur sécrèterait une certaine substance qui lui permettrait de contourner le système immunitaire et, par le fait même, de ne pas être rejetée.

Avec leur puissante mâchoire, ils viennent mordre leurs opposants, et le plus souvent au visage.

Donc, ce cancer chez les diables de Tasmanie représente un cas particulier, d'une part les cellules qui le composent possèdent une même signature génétique et elles se transmettent d'un individu à un autre par morsure. D'autre part, ce cancer réussit à contourner le système immunitaire des nouveaux infectés. Il reste encore beaucoup de chemin à faire en ce qui concerne la recherche pour guérir ce cancer et préserver une espèce de l'extinction. Trouver la raison de la défaillance du système immunitaire face aux cellules du DFTD fondateur signifierait le sauvetage de ces marsupiaux, mais aussi une très grande avancée dans la transplantation d'organes dont plusieurs complications sont dues au rejet par le système immunitaire.

RÉFÉRENCES :

- MURCHISON, Elizabeth P. « Genome Sequencing and Analysis of the Tasmanian Devil and Its Transmissible Cancer », *Cell*, 148(4), 17 février 2012, p.780-791. [En ligne] Adresse URL : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3281993/>
- KING'S COLLEGE, CAMBRIDGE. Vidéo d'une conférence donnée par Elizabeth Murchison à Édimbourg en 2011. [En ligne] Adresse URL : <http://www.kings.cam.ac.uk/research/fellows/elizabeth-murchison.html>

VIVRE À L'EXTRÊME : DES BACTÉRIES SANS LOGIS

Par Audrey Boulanger-Messier, Jean Boutin et Élisabeth Roy

Avez-vous déjà songé à élire domicile dans une bouilloire géante? Cette idée peut sembler de prime abord farfelue. Malgré tout, certains petits êtres vivants arrivent à subsister dans les profondeurs étouffantes des sources thermales de Yellowstone.

Le plus vieux parc national des États-Unis, dans l'état du Wyoming, est bien connu pour ses phénomènes géologiques et biologiques impressionnants. C'est le fameux parc national de Yellowstone. Selon les scientifiques, un supervolcan attendrait le bon moment pour démontrer sa puissance aux environs. Un volcan de ce type se définit par sa capacité à rejeter plus de 1 000 km³ de débris en une seule éruption. Ceci pourrait engendrer un voile de cendre qui retomberait sur un rayon équivalant au quart de la planète. C'est donc la moitié de la planète qui serait recouverte d'une couche de cendres, bien que celle-ci puisse être de l'ordre de quelques millimètres seulement. Cependant l'éruption pourrait causer d'autres conséquences inattendues.



FIGURE 1 Position du parc National de Yellowstone
Source : Carte des États-Unis mise en ligne par Shriak le 19 avril 2008.
<http://www.flickr.com/photos/shriak/2426857650/in/photostream>

Tout d'abord, en plus de la masse géante de magma sous le parc national, on retrouve à Yellowstone des geysers et des sources thermales qui ne seraient pas constitués que d'eau chaude. Dans les profondeurs, à des températures allant jusqu'à plus de 100 °C et remplies de substances chimiques, grouillent des milliards de minuscules microorganismes extrémophiles, c'est-à-dire des bactéries bien vivantes étant aptes à survivre dans des conditions extrêmes. C'est à des profondeurs allant jusqu'à 1 400 pieds où la lumière est inexis-

tante que ces formes de vie arrivent à survivre en se nourrissant de soufre et d'hydrogène par chimiosynthèse. En fait, il est important de comprendre que les geysers et les sources thermales ont, à la base, la même structure souterraine. Ils sont composés de plusieurs réservoirs d'eau, à la manière d'une bouilloire géante, tous connectés au même tuyau principal appelé « canal central ». L'eau des réservoirs est chauffée par la chaleur dégagée par le magma en fusion à proximité. Plusieurs produits et vapeurs toxiques pour l'homme sont ainsi produits lorsque l'eau qui a circulé à travers le sol s'infiltré dans ces réservoirs et s'évapore. Ces résidus chimiques finissent par s'accumuler sur les parois du canal central ou par s'échapper par de petites cheminées, appelées fumerolles, connectées au tuyau principal du geyser. Parmi ces vapeurs, on compte notamment les vapeurs d'hydrogène sulfuré que les bactéries oxydent afin de créer de l'énergie et de l'oxygène. En d'autres mots, plutôt que de respirer de l'air, ces petites bêtes respirent des vapeurs toxiques et recrachent de l'oxygène qui nous est si précieux. Ce processus est étrangement semblable à la photosynthèse. Cependant, la différence entre les deux procédés réside dans l'utilisation de substances chimiques plutôt que de lumière solaire comme source d'énergie. En réalité, la chimiosynthèse est le principe qui fut à la base de la vie complexe sur Terre. En effet, aux balbutiements de

notre planète, il n'y avait pas d'oxygène sous forme gazeuse dans l'atmosphère. C'est grâce aux microorganismes extrémophiles qui ont transformé les substances chimiques en vapeur d'oxygène que l'air s'est empli de cette ressource essentielle à la vie de multiples espèces. Sans oxygène, les dinosaures ainsi que tous les mammifères qui les ont suivis n'auraient certainement pas existé.

En plus d'être la source d'un processus archaïque, les bactéries extrémophiles sont à l'origine des multiples couleurs présentes dans le parc de Yellowstone. En consommant les substances chimiques des sources thermales, dont le soufre et l'hydrogène, ces microorganismes en viennent à arborer des couleurs éclatantes allant du rouge au bleu en passant par le jaune. Ces phénomènes attirent non seulement des touristes en masse venant de partout dans le monde, mais également des biologistes et des chimistes qui viennent pour étudier ces stupéfiantes bactéries. Jusqu'à présent, moins d'un pour cent des microorganismes du parc ont été identifiés. L'étude de ces formes de vie a pourtant déjà bouleversé les communautés scientifiques. Des chercheurs ont en effet découvert des bactéries sécrétant une enzyme utilisée en laboratoire pour diagnostiquer des maladies génétiques et infectieuses. Les recherches se poursuivent dans le but d'éventuellement découvrir de nouveaux

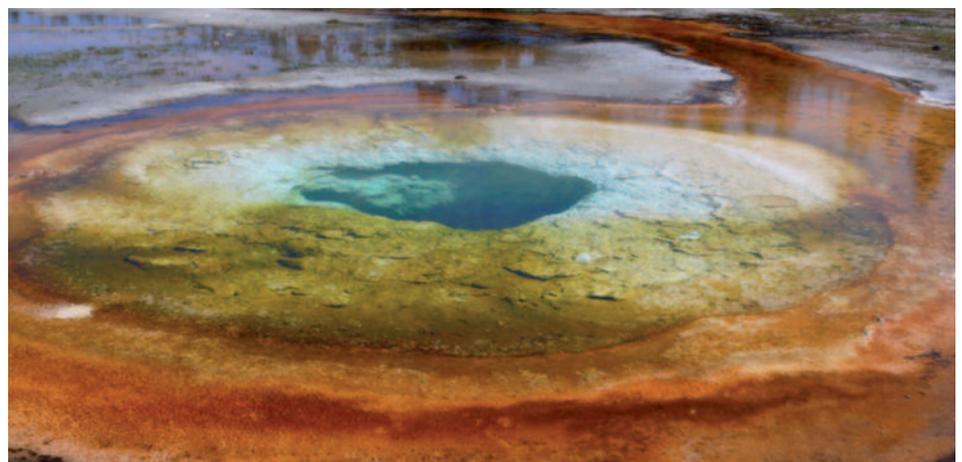


FIGURE 2 Source d'eau multicolore dans le parc de Yellowstone
Source : Photo prise par Kat... le 29 juin 2010 à Yellowstone.
<http://www.flickr.com/photos/katphotos/4805973430/>



FIGURE 3 Planète Mars

Source : Image de la Nasa reprise par J. Gabás Esteban publiée le 12 février 2013. <http://www.flickr.com/photos/47738026@N05/6859874535/>

remèdes qui pourraient empêcher le fléau des bactéries multirésistantes de se propager davantage. Inutile de préciser que l'éruption imprévisible du volcan de Yellowstone anéantirait probablement la majorité de ces bactéries. De plus, des études ont montré que le projet concernant l'installation de centrales thermiques à proximité des geysers et des sources thermales entraînerait la destruction de ceux-ci, laissant leurs pauvres locataires sans logement.

Plutôt que de respirer de l'air, ces petites bêtes respirent des vapeurs toxiques et recrachent de l'oxygène qui nous est si précieux.

Les activités des microorganismes extrêmophiles du parc de Yellowstone laissent également poindre une idée dans l'esprit de plusieurs scientifiques : celle de l'existence de vie extraterrestre. En effet, la présence d'organismes dans des milieux dépourvus d'oxygène et de lumière laisse croire que peut-être ailleurs dans l'univers ou même encore dans notre propre système solaire se développent certaines formes de vie rudimentaires. Les recherches ne se limitent donc pas au parc de l'état du Wyoming, mais se propagent jusque dans l'espace. Des études sont actuellement menées sur Mars dans le but de trouver des formes de vie cachées dans des profondeurs abyssales et létales pour des organismes tels que l'être humain. Qui sait? Peut-être que nous ne sommes pas seuls dans l'univers...

RÉFÉRENCES :

- BARRICK, Kenneth A. « Environmental review of geyser basins : resources, scarcity, threats and benefits », *Environmental Reviews*, Vol. 18 Issue 1, p. 209-213, 2010.
- MILSTEIN, Michael. « Discoveries in the deep », *National Parks*, Vol.64 Issue 4, p.29. (Dans EBSCO).

IRRÉVERSIBILITÉ : MYTHE OU RÉALITÉ?

Par Alexandre Sauvé-Lacoursière et Raphaël Doyon

Plusieurs phénomènes à notre échelle sont définis comme étant irréversibles. Cependant, Paul Erhenfest nous a fourni les éléments nécessaires pour comprendre la vraie nature de l'irréversibilité.

Notre monde est composé d'atomes, lesquels sont des particules microscopiques qui peuvent bouger comme bon leur semble. Ils s'assemblent et se séparent constamment dans tout ce qu'ils forment. Pourtant, bien que nous soyons composés de cette matière, celle-ci est trop petite pour que notre œil la voie. Ainsi, nous ne pouvons être témoin des interactions entre les atomes et c'est pourquoi nous avons l'impression qu'ils forment des composés qui n'évoluent que dans un sens. Pourtant, à l'aide d'un modèle statistique, celui des urnes d'Erhenfest, nous pouvons comprendre que tout système de particules n'évolue dans un sens que de manière apparente. Ainsi, nous étudierons l'irréversibilité d'un système.

D'abord, Erhenfest, en 1907, introduisit un modèle mathématique pour représenter certains paradoxes physiques de son époque. À cette époque, la plupart des phénomènes physiques, chimiques et biologiques étaient considérés comme irréversibles. Cependant, ces phénomènes demeurent effectués par une grande quantité de particules, le mouvement de chaque particule étant réversible. Par exemple, si on prend un contenant séparé en deux parties égales par une cloison trouée et qu'on introduit dans une seule partie un gaz, on peut s'attendre à ce que celui-ci se diffuse dans chacune des parties pour que la pression soit égale dans chacune d'elle. Par contre, les particules de gaz sont libres de leur mouvement; une particule peut changer de compartiment de façon aléatoire, même si ce mouvement brise l'équilibre des pressions. Ce n'est qu'au niveau macroscopique que nous pouvons observer un équilibre de pression apparent. Ainsi, avec son modèle, Erhenfest réussit à expliquer

l'irréversibilité d'un système à l'aide de particules réversibles.

Dans cette optique, imaginons deux urnes, la première nommée A et la seconde B. L'urne A contient initialement un nombre N de boules numérotées de 1 jusqu'à N, qui représentent les particules réversibles d'un système. L'expérience consiste à piger un bout de papier portant le numéro d'une boule et de prendre la boule en question pour la mettre dans l'autre urne. On répète ensuite cette expérience avec la possibilité de piger de nouveau le même numéro. Dans l'exemple illustré à la figure 1, il y a six boules au départ. Supposons que l'on tire le numéro 2. Alors la boule numéro 2 se retrouve dans l'urne B. Par la suite, si nous tirons le numéro 5, la boule 5 ira rejoindre la boule numéro 2 dans l'urne B. Si par la suite nous pigeons encore le numéro 2, la boule portant ce numéro sera remplacée dans l'urne A.

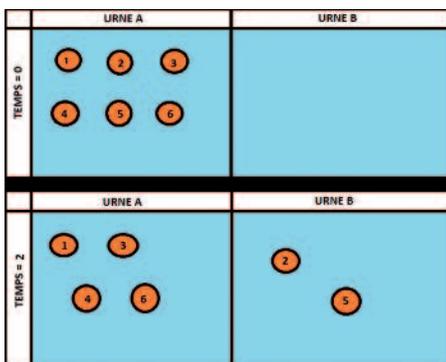


FIGURE 1 Image illustrant l'exemple du troisième paragraphe.

Source : Image réalisée par Raphaël Doyon.

En réalisant cette expérience avec différents nombres de boules, il pourrait être intéressant de calculer la probabilité de futurs retours à l'état initial. Pour ce faire, il faut simplement connaître le nombre de boules utilisées et fixer un nombre de tirages dans lequel on souhaite au moins un retour à l'état initial. En probabilité, nous pouvons associer ce phénomène à une loi de Poisson et calculer la probabilité d'au moins une récurrence de l'état initial sur un intervalle défini. De cette façon, il est possible d'obtenir une courbe des probabilités en fonction du nombre de boules (voir figure 2). Pour un système donné, la probabilité d'au moins un retour à l'état initial devient presque nulle à partir d'un certain nombre de boules, pour un nombre de tirages donné. Par contre, cette probabilité, bien qu'elle s'approche grandement de zéro, ne prend jamais exactement cette valeur.

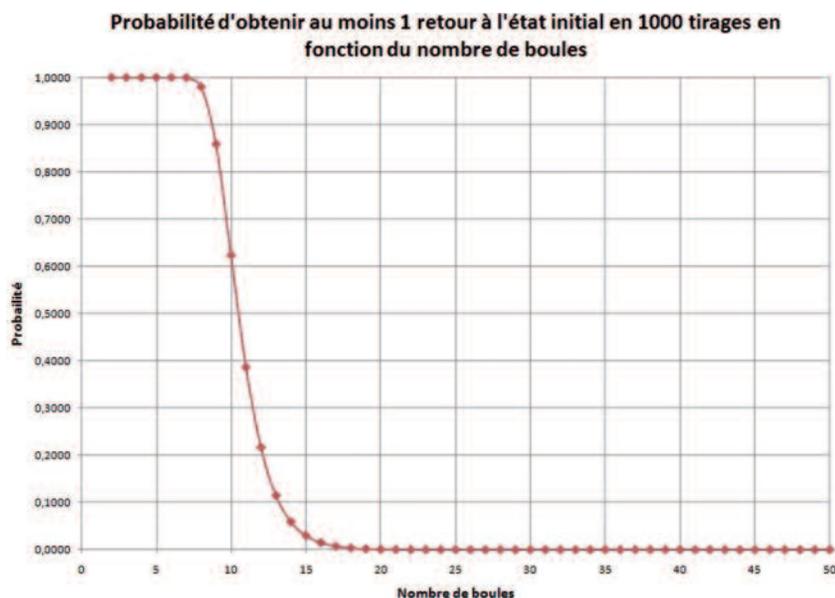


FIGURE 2 Graphique de la probabilité d'obtenir au moins un retour à l'état initial en 1 000 tirages en fonction du nombre de boules.

Source : Graphique réalisé par Raphaël Doyon et Alexandre Sauvè-Lacoursière.

De cette manière, deux facteurs influencent la probabilité d'obtenir au moins un retour à l'état initial, soit le nombre de boules et le nombre de tirages. Ainsi, en diminuant le nombre de boules tout en maintenant un nombre de tirages constant, nous augmentons les chances d'obtenir au moins une récurrence. Par contre, en augmentant le nombre de boules, nous diminuons cette probabilité. De plus, si on diminue le nombre de tirages, les chances d'obtenir au moins un retour à l'état initial diminuent. À l'opposé, elles augmentent si le nombre de tirages est accru. À la limite, si le nombre de tirages est infini, la probabilité d'obtenir au moins un retour à l'état initial est forte même si le nombre de boules est très grand.

Ainsi, en reprenant l'exemple des gaz, si l'on met un gaz dans un contenant séparé en deux par une cloison trouée, il se diffusera dans tout le contenant. Cependant, aussi étrange que cela puisse paraître, avec un temps d'observation infiniment grand, selon le modèle des urnes d'Erhenfest, il est certain qu'à un instant donné il y aura récurrence de l'état initial, c'est-à-dire que le compartiment B sera complètement vide. Ainsi, peu importe le nombre de particules dans le système, si le temps d'observation est infiniment grand, au moins une récurrence de l'état initial aura lieu, ce qui démontre que tout système est réversible. En effet, le principe d'irréversibilité est relatif au temps d'observation et au nombre de particules étudiées. Par conséquent, tout système retourne à son état initial un jour ou l'autre.

Deux facteurs influencent la probabilité d'obtenir au moins un retour à l'état initial, soit le nombre de boules et le nombre de tirages.

En conclusion, l'irréversibilité d'un système n'est qu'une illusion due au grand nombre de particules composant les systèmes que nous étudions et à la courte période de temps sur laquelle nous les observons. Pour certains systèmes, une vie humaine ne suffirait pas pour voir un retour à l'état initial et c'est pourquoi, en pratique, nous qualifions ces systèmes d'irréversibles. Partant d'une telle logique, imaginez un instant que tous les gaz contenus dans les océans et cours d'eau de la planète s'échappent dans l'atmosphère, de la même manière que tous les gaz pourraient se retrouver dans le compartiment A de notre exemple. Bien entendu, un tel événement est improbable sur l'échelle d'une vie humaine. Cependant, sur une échelle de temps grande comme celle de l'univers, il y a une certaine probabilité que cet événement se réalise et cela pourrait arriver n'importe quand.

RÉFÉRENCES :

- ALAIN, Marie-Jeanne; BEAU, Frédéric; JANVIER, Michel. *Simulation de l'urne d'Erhenfest*, 2003. [En ligne]. (Consulté le 19 avril 2013). <http://halshs.archives-ouvertes.fr/docs/00/05/45/65/PDF/co24th2.pdf>
- O'CONNOR, John J.; ROBERTSON, Edmund F. *The MacTutor History of Mathematics archive, Paul Ehrenfest*. [En ligne]. (Consulté le 19 avril 2013). <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Ehrenfest.html>
- ROUBY, Ophélie. *Étude du modèle d'Ehrenfest*, 2010. [En ligne]. (Consulté le 19 avril 2013). <http://perso.eleves.bretagne.ens-cachan.fr/~oroub842/book.pdf>

AURORE BORÉALE : SIGNE DE VIE?

Par Marie-France Bergevin, Laurence Champagne-Péladeau, Maude Prud'homme

Nul n'aurait pu croire que la simple étude des aurores boréales pourrait permettre de dépasser les barrières du système solaire, voire révéler les secrets de l'univers. Qui sait, elles sont peut-être signe de vie!

Rares sont ceux pouvant se vanter de s'être jadis délectés de l'imposant spectacle qu'offrent les aurores boréales. Bien que le phénomène demeure en partie un mystère, les scientifiques ont toutefois réussi à démystifier les fondements de cette apparition. La recherche menée sur l'explication des aurores dépasse même les limites de notre système solaire.

Les aurores boréales sont le résultat du vent solaire provenant de la surface du Soleil. Ce vent est en fait formé de particules chargées, nommées plasma, qui sont constamment expulsées du Soleil vers le milieu interplanétaire. Une fois qu'il atteint la Terre, le vent solaire entre en collision avec le champ magnétique terrestre. Cette percussion a pour effet de comprimer le champ magnétique sur le côté de la Terre faisant face au Soleil. Pour ce qui est du côté opposé au Soleil, la collision entraîne l'allongement du champ magnétique, lui conférant ainsi une forme de queue. Cette déformation est appelée magnétosphère. Celle-ci sert en fait de bouclier contre les radiations et le plasma provenant du Soleil. Sans cette barrière magnétique, la vie sur Terre serait impossible. Cependant, la magnéto-

sphère comprend des faiblesses aux pôles. En effet, les particules chargées du vent solaire sont dirigées vers les pôles par le champ magnétique et réussissent donc à pénétrer dans l'atmosphère terrestre à ce niveau. C'est à cet endroit qu'il y a collision entre le plasma solaire et les molécules de gaz chargées que l'on retrouve en haute altitude. Il en résulte une émission de lumière qui crée ce spectacle haut en couleur que représentent les aurores. La couleur que l'on perçoit varie en fonction du gaz avec lequel les particules du vent solaire entrent en collision. Par exemple, la couleur émise par l'oxygène peut être soit rouge, soit verte selon l'altitude à laquelle se produit la collision. Pour ce qui est de l'azote, la couleur des aurores observées peut être violette ou bleue pour la raison mentionnée précédemment.

Le phénomène des aurores boréales n'est pas seulement observé sur notre planète. En effet, dès qu'une planète possède un champ magnétique, il est possible qu'il y ait apparition d'aurores. Dans notre système solaire, les planètes Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune présentent cette caractéristique. C'est Jupiter qui possède les aurores les plus brillantes et les plus apparentes, en plus d'avoir le champ magnétique le plus fort. Par contre, le phénomène observé sur cette planète diffère légèrement de celui observé sur Terre. En effet, la première lune de Jupiter, Io, est une planète volcanique

produisant des éruptions de gaz ionisé. Ces gaz, qui ressemblent grandement au vent solaire, sont propulsés vers Jupiter. Ce sont donc principalement ces gaz chargés qui causent les aurores sur Jupiter plutôt que le vent solaire.

Les aurores ont un trait caractéristique fort intéressant pour les scientifiques qui en font l'étude : elles émettent des ondes radio.

Les aurores ont un trait caractéristique fort intéressant pour les scientifiques qui en font l'étude : elles émettent des ondes radio. Ce type d'onde est utile dans la recherche, puisqu'il peut être capté à l'aide d'instruments de mesure sur Terre et peut être analysé par la suite. C'est entre autres par l'étude de ces ondes qu'il a été possible de mesurer, pour les différentes planètes de notre système solaire, la durée des journées et des années, la force du champ magnétique ainsi que diverses caracté-

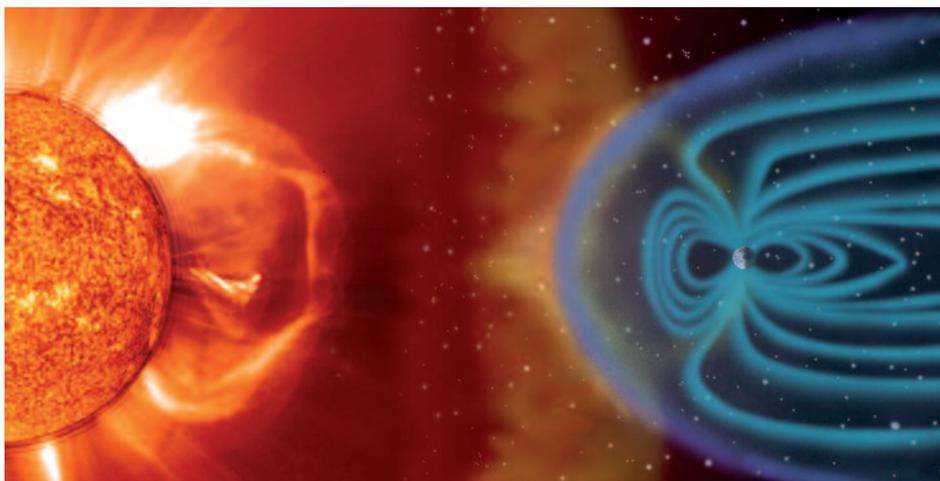


FIGURE 1 Magnétosphère et vent solaire

Source : NASA <http://www.nasa.gov/topics/aeronautics/features/airline-radiation.html> (page consultée le 12 avril 2013)



FIGURE 2 Aurore boréale sur Terre

Source : NASA/ David Cartier

http://www.nasa.gov/mission_pages/sunearth/news/gallery/news090412-aurora.html (page consultée le 12 avril 2013)

ristiques propres à chacune. Les scientifiques sont d'avis que cette même recherche peut être envisagée au-delà des frontières de notre système solaire. Effectivement, ces ondes radio

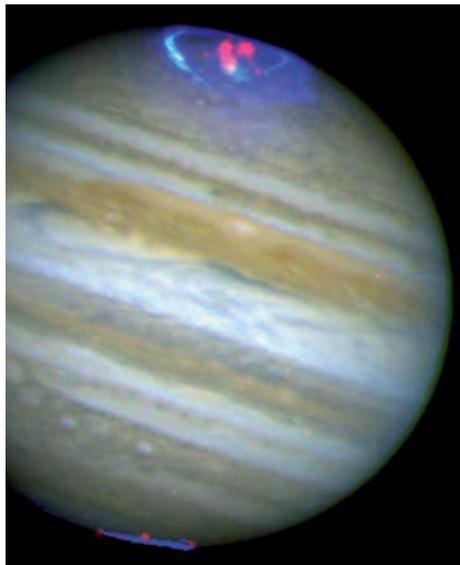


FIGURE 3 Aurore sur Jupiter

Source : Chandra NASA

http://chandra.harvard.edu/photo/2002/0001/0001_xray_opt_uv.jpg (page consultée le 12 avril 2013)

offrent la possibilité de détecter les aurores provenant d'exoplanètes, c'est-à-dire de planètes extérieures au système solaire, si ces dernières possèdent un champ magnétique.

Une analogie peut être réalisée entre la planète Jupiter et les autres planètes constituant l'Univers. En effet, les planètes hors du système solaire ayant été trouvées jusqu'à maintenant ressemblent étrangement à Jupiter en ce qui a trait à leur composition et à leurs diverses caractéristiques. Alors, la planète géante constitue un modèle à l'aide duquel il est possible de comparer les planètes extrasolaires afin de déterminer leurs diverses caractéristiques. Effectivement, puisqu'elles sont semblables à Jupiter, il est possible de déceler la présence d'un satellite similaire à Io pouvant causer les aurores boréales. De plus, si par l'étude des ondes radio nous détectons des exoplanètes possédant des aurores, cela signifierait qu'elles possèdent un champ magnétique qui les protège des radiations de leur étoile, leur procurant ainsi un environnement favorable à la vie. Ainsi, par la simple étude des aurores boréales effectuée sur les planètes

extrasolaires, des planètes renfermant la vie extraterrestre pourraient éventuellement être découvertes.

À la lumière de ce qui précède, nous pouvons conclure que le phénomène des aurores boréales alimente la curiosité des scientifiques. En effet, on constate que ce phénomène lumineux représente plus qu'un simple divertissement pour l'homme. Au contraire, les aurores pourraient permettre d'élucider certains mystères de la vie. Comme nous l'avons constaté, elles ouvrent la porte à un monde infini de possibilités, mais, avant tout, les aurores nous offrent un spectacle de lumière flamboyante. Alors, cessons de nous acharner sur ces recherches un instant et levons les yeux vers le ciel afin de profiter de ces beaux moments.

RÉFÉRENCES :

- AGENCE SPATIALE CANADIENNE, *Faire la lumière sur les aurores, Des Canadiens aident à lever les voiles des plus profonds mystères entourant la danse des aurores boréales* [En ligne]. (Consulté le 20/03/2013) http://www.asc-csa.gc.ca/fra/sciences/themis_aurores.asp
- HEBDEN, Sophie. « Good to glow », *New Scientist*, n° 217, décembre 2012, p. 38.

LA CHIMIE POUR PLUS DE STYLE

Par Kimberlie Beaulieu et Geneviève Demers

Dans le monde contemporain de la mode, tout évolue et se doit d'être renouvelé. Attirés par les plus récentes tendances, les gens, surtout les femmes, désirent une chevelure originale et colorée. Ce que la plupart des gens ignorent, c'est que derrière une si petite structure se cache une chimie incroyable qui permet de colorer et de coiffer les cheveux.

Tout d'abord, malgré son apparence, le cheveu se caractérise par sa structure complexe. La racine, aussi nommée « follicule pileux », est située dans le derme où la croissance du cheveu s'effectue par la division des kératinocytes. Ce type de cellules contient la kératine, une protéine assurant la solidité du cheveu. La partie visible du cheveu, la tige, n'est pas vivante. En effet, cette structure est la résultante de la division de ces kératinocytes qui dégèrent et meurent en s'éloignant du follicule pileux. La cuticule enveloppe la tige

pilaire et forme des écailles qui s'orientent vers l'extrémité du cheveu. Celle-ci agit comme un bouclier et subit les dommages.

À la suite de cette réaction d'oxydation, les molécules du précurseur se colorent peu à peu, donnant ainsi une teinte au cheveu.

Chaque personne possède une chevelure dont la couleur naturelle est unique. Ce sont des cellules, nommées mélanocytes, qui sont responsables de cette coloration. Elles ont une apparence d'étoile créée par leurs dendrites, des prolongements permettant la communication, et se situent à la base du follicule pileux. Les mélanocytes y fabriquent la mélanine, un pigment coloré qui donne la couleur au cheveu. Après avoir fabriqué ce pigment sous forme de petits grains, les mélanocytes allongent leurs dendrites pour pouvoir l'injecter aux kératinocytes situés dans la tige pilaire. Ainsi, le cheveu acquiert sa couleur naturelle. Un mélanocyte peut fabriquer seulement deux types de mélanine, soit l'eumélanine et la phaeomélanine. L'eumélanine a l'aspect d'un grain de riz et sa couleur varie du brun rouge au noir. Pour ce qui est de la phaeomélanine, elle a plutôt un aspect diffus et sa couleur va du jaune jusqu'au rouge. C'est la combinaison

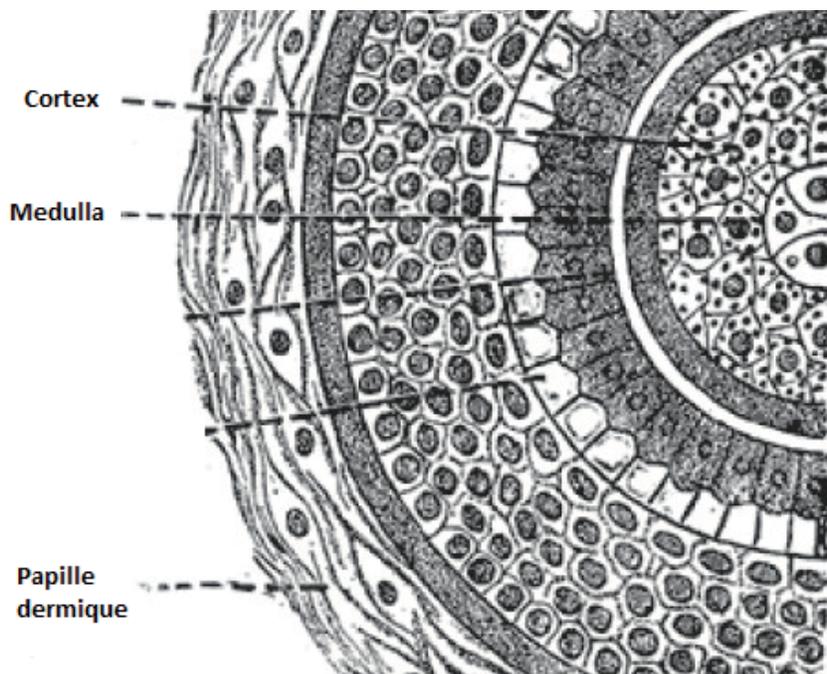


FIGURE 1 Coupe transversale d'un cheveu

unique des deux types de mélanine en diverses proportions qui détermine la couleur du cheveu. Cette infinité de combinaisons possibles explique la diversité des couleurs de chevelure.

De plus, cette couleur naturelle peut être modifiée par la coloration permanente, la coloration temporaire qui s'estompe après l'utilisation de shampoing, ou la coloration fugace qui disparaît après un lavage. Le mécanisme d'action de la teinture permanente est plus complexe, puisqu'elle ne se dépose pas seulement sur la cuticule du cheveu. Il faut d'abord mélanger une poudre blanche et un liquide transparent. Il s'agit en fait d'un précurseur de couleur dont la transformation, lorsqu'il entre en contact avec l'oxygène, conduit à la production de mélanine ou de colorant. À la suite de cette réaction d'oxydation, les molécules du précurseur se colorent peu à peu, donnant ainsi une teinte au cheveu. Ce type de réaction est défini comme étant

l'union d'une substance avec l'oxygène. La substance s'oxyde en perdant un électron au profit de l'oxygène qui est réduit. Dans le processus de la coloration permanente, de l'oxygène est libéré par la réaction entre un agent alcalin, comme l'ammoniaque, et un produit oxydant à base d'eau oxygénée, le peroxyde. C'est cet oxygène qui éclaircit la mélanine du cheveu en agissant sur les précurseurs. Cela crée le colorant désiré. Les molécules de précurseurs de couleur sont volumineuses et, en raison de la couche de cuticule, pénètrent difficilement dans le cheveu. Celui-ci absorbe une grande quantité d'eau, ce qui fait augmenter le volume et la longueur de la tige pileuse. Comme la fibre gonfle, les écailles de la cuticule s'écartent et permettent aux molécules des précurseurs de pénétrer dans la structure du cheveu. Ensuite, l'utilisation d'une crème ou d'un shampoing adapté referme les écailles de la cuticule. La couleur artificielle appliquée est ainsi protégée et conservée.

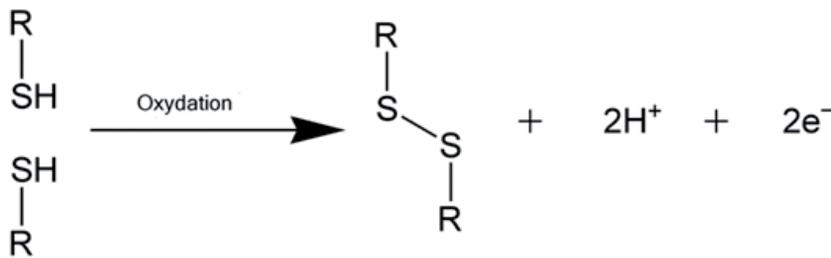


FIGURE 2 Réaction d'oxydation sur les molécules composées de ponts disulfure permettant aux précurseurs de couleur de pénétrer sous la cuticule.

Enfin, il est possible de modifier la forme du cheveu grâce aux propriétés de la kératine qui le compose. Cette dernière est une protéine ayant la forme d'une torsade composée de trois chaînes d'acides aminés alignées. Des liaisons chimiques se forment entre ces chaînes. Puisqu'elles sont peu résistantes, il est possible d'en briser ou d'en former de nouvelles pour ainsi modifier la forme naturelle du cheveu. Selon la méthode utilisée, ces modifications peuvent être soit temporaires, soit durables. Il existe divers types de liaisons entre les trois chaînes peptidiques de la kératine. Les moins solides sont les liaisons hydrogène qui se forment entre un atome d'hydrogène et deux atomes électronégatifs comme l'oxygène, l'azote ou le fluor (O-H...O). En raison de leur faible solidité, le simple contact avec de l'eau sous forme liquide ou gazeuse est suffisant pour en provoquer la rupture. Pour former ce type de liaison à nouveau, il suffit de sécher les cheveux et cette dernière se reforme entre trois atomes précis situés à proximité sur les chaînes de la kératine. En modifiant la forme du cheveu mouillé ou simplement humide, nous déplaçons légèrement les chaînes. C'est pourquoi, lors du séchage, les liaisons qui les unissent se reforment à des endroits différents pour donner une nouvelle forme temporaire aux cheveux. Il suffit de les mouiller ou d'attendre que d'autres liaisons plus solides agissent entre elles pour qu'ils retrouvent leur forme naturelle. Ces liaisons se nomment les « ponts disulfures » et mettent en jeu deux atomes de soufre présents sur la cystine, un acide aminé. Elles sont très solides et résistent à l'eau. Pour les rompre, il faut utiliser des composés chimiques de nature alcaline effectuant une réduction, ou bien des composés étant en mesure de provoquer une réaction d'oxydation. Une fois rompues, les chaînes de la kératine peuvent être déplacées, ce qui nous permet de les manipuler comme nous le désirons. Le résultat escompté peut être fixé grâce à l'utilisation d'eau oxygénée qui effectue une oxydation reformant les ponts disulfures dans la nouvelle position des chaînes.

Comme nous l'avons vu, le cheveu possède une chimie lui permettant d'adopter diverses formes et de se colorer. Ne voilà qu'un aperçu de la chimie complexe du cheveu!

RÉFÉRENCES :

- CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE. *Chimie et beauté*. <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doschim/>
- L'ORÉAL. *Hair science*. http://www.hair-science.fr/_int/_fr/index.aspx?tc=ROOT-HAIR-SCIENCE^HOME-HAIR-SCIENCE&cur=HOME-HAIR-SCIENCE&

D'OÙ VIENNENT LES NOMBRES COMPLEXES?

Par Frédéric Lécuyer et Élisabeth Roy

Vous êtes-vous déjà demandé ce qui arriverait si la racine d'un négatif existait et à quoi cela servirait? Eh bien! un mathématicien a inventé de nouveaux nombres afin que cela soit possible, et bien sûr dans un but précis...

Au secondaire, les enseignants (es) de mathématiques nous ont montré à quoi ressemble le graphique d'une fonction de second degré, communément appelée « parabole ». Ils nous ont appris à trouver les zéros de cette fonction, soit les endroits où la courbe croise l'axe des abscisses. Pour ce faire, nous pouvions utiliser diverses méthodes de factorisation et si le polynôme ne pouvait pas se factoriser simplement, nous devions employer la fameuse formule que tout le monde aime $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$. Puis, si le discriminant, $b^2 - 4ac$, était positif, alors la fonction avait deux zéros. S'il était nul, elle avait un seul zéro et, s'il était négatif, il n'y avait pas de zéros simplement parce que la racine d'un négatif « n'existe pas ». Cette formule est tellement marquante dans la vie des jeunes étudiants que plusieurs s'en souviennent toute leur vie!

Jusque-là, tout allait bien. C'est alors que nous nous sommes vus confrontés à des équations de troisième degré, c'est-à-dire de la forme $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$. Par contre, saviez-vous qu'une formule semblable à celle de la quadratique existe aussi pour les polynômes de degré 3? En effet, Jérôme Cardan, un mathématicien du 16^e siècle, s'intéressa à ce défi. Il trouva qu'une équation du troisième degré peut se résoudre lorsqu'elle se trouve sous la forme suivante : $x^3 + px + q = 0$. Pour passer d'une forme à l'autre, il suffit de diviser le polynôme de départ par a et d'utiliser la transformation de Tchinhous qui consiste à poser $x = y - \frac{b}{3a}$. De cette manière, on élimine le coefficient de degré deux du polynôme. D'ailleurs, on peut trouver les valeurs de p et de q sans se servir de la transformation si quelqu'un ne souhaite pas développer. En effet, $p = -\frac{b^2}{3a^2} + \frac{c}{a}$ et $q = \frac{b}{27a} \left(\frac{2b^2}{a^2} - \frac{9c}{a} \right) + \frac{d}{a}$. Ensuite, Cardan a trouvé, à partir de la forme $x^3 + px + q = 0$, cette fameuse formule, semblable à celle de la quadratique quoiqu'elle soit plus complexe. Cardan est donc arrivé à la formule qui permet de trouver les zéros dans une équation du troisième degré :

$$x = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \frac{1}{2}\sqrt{4p^3 + 27q^2}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{4p^3 + 27q^2}}$$

Si le discriminant, $4p^3 + 27q^2$, est positif, alors on a un zéro réel, noté x_0 . Ensuite, divisons le polynôme par $(x - x_0)$ afin de trouver les zéros du polynôme de degré deux résultant. Si le discriminant est négatif, on ne peut pas obtenir de zéros. Si on se fie seulement à ce raisonnement pour un polynôme de degré trois, nous serions portés à conclure qu'il n'a pas de zéro alors qu'il en a au moins un. En effet, les polynômes de degré trois sont des fonctions continues dont l'image est l'ensemble des nombres réels : les valeurs de y s'étendent de $-\infty$ à $+\infty$, la courbe doit donc traverser l'axe des x au moins une fois (voir figure 1).

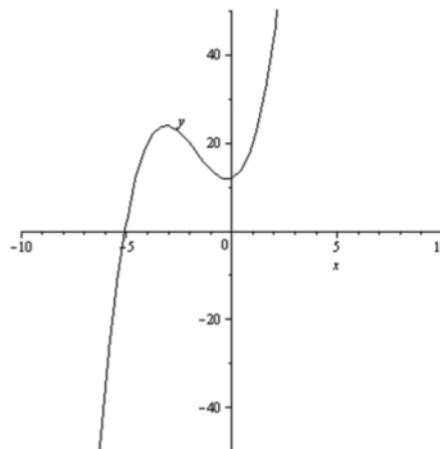


FIGURE 1 Graphique d'un polynôme de degré trois
Source : Image dessinée par les auteurs à l'aide de Maple13

Conséquemment, on ne peut plus se rabattre sur l'option que la fonction n'a pas de zéro. Cardan, lui, ne s'est pas laissé décourager! Au contraire, il s'est inspiré du travail d'un autre mathématicien de l'époque surnommé Tartaglia. En effet, Tartaglia avait trouvé une manière de résoudre n'importe quelle équation du troisième degré avec une rapidité étonnante. Pour y arriver, il utilisait un ensemble de chiffres qui avait été inventé uniquement pour résoudre des problèmes de racines négatives. Cet ensemble est celui des nombres complexes. C'est un ensemble incluant les

nombres réels et dont les nombres s'écrivent sous la forme suivante : $z = a + bi$, où i est une constante telle que $i^2 = -1$. Par exemple, $\sqrt{-4}$ dans les complexes est égale à $2i$. Étant donné que ces nombres n'existent pas dans le monde réel, on les interprète comme des points sur un plan dans lequel b est la partie imaginaire et a est la partie réelle. On peut donc aussi les exprimer sous forme de vecteur ayant un module (norme) et un argument (angle) comme sur la figure 2.

Tartaglia avait trouvé une manière de résoudre n'importe quelle équation du troisième degré avec une rapidité étonnante.

Les nombres complexes ont aussi la particularité d'avoir n racines n -ièmes. Grâce à ces propriétés des nombres complexes, il est possible de trouver les racines troisièmes des nombres complexes obtenus par la racine négative dans la formule de Cardan. Cette formule est la suivante :

$$z_k = |z|^{\frac{1}{3}} \times \text{cis} \left(\frac{\arg(z) + (k-1) * 360}{3} \right)$$

où $k \in \{1, 2, 3\}$, et où $\text{cis}(x)$ équivaut à $\cos(x) + i \sin(x)$. Ainsi, en appliquant la formule pour $k = 1$, $k = 2$ et $k = 3$, on obtient le résultat des racines négatives. Puisque, dans la formule, les racines négatives sont de signes inverses, les parties imaginaires qui apparaîtront vont s'annuler, laissant ainsi trois zéros dans les nombres réels. Si la transformation de Tchinhous a été utilisée, il suffit de faire l'étape inverse de $x = y - \frac{b}{3a}$ pour retrouver les valeurs du zéro de la variable de départ.

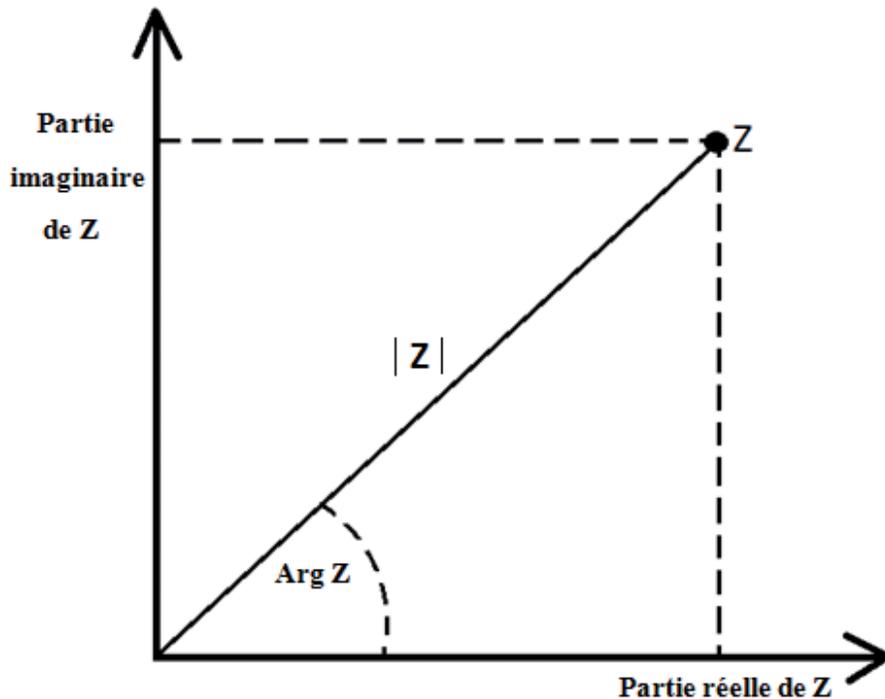


FIGURE 2 Nombres complexes dans un plan
 Source : Image dessinée par les auteurs à l'aide de Paint.

Somme toute, il est possible de résoudre n'importe quelle équation de degré trois en utilisant la méthode de Cardan et les nombres complexes, qui ont été inventés à cet effet. On peut aussi trouver les zéros d'un polynôme de degré quatre en appliquant la méthode de Ferrari, qui reprend des éléments de celle de Cardan. Toutefois, pour les équations de degrés supérieurs à quatre, il n'existe pas de formule générale qui permet leur résolution. Ces mathématiciens passionnés ont réussi à révolutionner le monde des mathématiques grâce à leur imagination débordante et à leur perspicacité phénoménale.

RÉFÉRENCES :

- AUCTORE, Z. *Équation du troisième degré*, <http://www.math-foru.com/pdf/equations-troisieme-degre.pdf> (Fichier PDF)

IL ÉTAIT UNE FOIS... L'HISTOIRE D'UN BOUTON

Par Alexandra Garand, Camille Leblond Lambert, Marianne Pasztor

« Pourquoi moi? », se demandent la plupart de ceux qui hébergent ces intrus dans leur visage. Pour comprendre ce phénomène, il faut d'abord se pencher sur la formation du bouton d'acné, les raisons de son apparition et les moyens de s'en débarrasser. Bienvenue dans la vie d'un bouton.

Rien de plus désagréable que de se réveiller avec un bouton sur le front le jour d'une photo d'école, d'une entrevue ou tout simplement lors d'un matin comme les autres. Bien qu'il soit petit et qu'il occupe un petit espace du front, il prend beaucoup de place dans l'esprit des gens affectés par sa présence, surtout chez les jeunes. On se demande donc comment et pourquoi se forme l'acné, mais surtout comment s'en débarrasser au plus vite.

Le bouton d'acné se forme dans la couche superficielle de la peau, l'épiderme. C'est une

des raisons pour lesquelles il est si apparent. Il faut tout d'abord comprendre que l'épiderme est composé, entre autres, de follicules pileux, structures permettant aux poils de pousser, et de glandes sébacées qui produisent un liquide appelé « sébum », un lubrifiant des poils et de la peau. C'est près de ces glandes que le développement du bouton commence. Lorsque la production de sébum est trop importante, les orifices qui habituellement permettent l'écoulement du liquide se bouchent. Le sébum est coincé et continue de s'accumuler dans le canal d'écoulement de la glande.

C'est ici que ça se corse. La petite poche de sébum formée dans le canal devient trop importante et s'étend dans les tissus environnants. Résultat : c'est l'infection. On remarque l'apparition du fameux bouton blanc dans le front. La poche se gonfle de graisse et il se forme du pus. Malheureusement, la vie du

bouton s'arrête rarement à ce stade. Certaines bactéries se nourrissent du dépôt formé dans le canal d'écoulement et s'y multiplient, ce qui engendre une inflammation plus importante qu'au premier stade.

Plusieurs causes peuvent expliquer la formation de ces indésirables boutons. À la puberté, la production d'hormones est plus importante. La testostérone, une hormone sexuelle, cause l'acné sur le plan hormonal. Il faut savoir qu'autant les filles que les garçons en produisent. Toutes nos glandes sébacées sont munies de récepteurs pour la dihydrotestostérone. Cette hormone stimule les glandes pour qu'elles fabriquent davantage de sébum. Toutefois, certaines personnes ont des récepteurs plus sensibles ou plus nombreux, rendant la production de sébum plus abondante. Le fâcheux bouton est alors très facilement créé.

Il pourrait également se former sur le plan bactérien. Quand une personne souffre d'acné inflammatoire, c'est parce que ses mécanismes de défense contre la bactérie *Propionibacterium acnes* sont déficients. La réponse peut être démesurée : les globules blancs sécrètent trop d'enzymes destructives sur le site de l'infection, causant des dommages aux tissus environnants. La prolifération de bactéries est alors plus facile.

Dans une autre réponse immunitaire insuffisante, un globule blanc pourrait ne pas détruire efficacement la bactérie. Après l'avoir « mangée », il ne serait pas capable de la détruire, envoyant sans arrêt des appels à l'aide aux autres globules blancs jusqu'à l'épuisement. Le globule blanc entrerait alors en autodestruction. La bactérie, n'ayant pas été totalement détruite, pourrait continuer à proliférer et à digérer le surplus de sécrétion des glandes de notre peau, ce qui provoquerait une inflammation entraînant l'éclatement de la petite poche de sébum. Une lésion se formerait sur le dessus de la peau sous la forme d'une pustule. Un autre bouton viendrait alors coloniser un bout de peau humaine.

Ce qui importe le plus lorsqu'un bouton apparaît, ce n'est pas comment ni pourquoi il se forme, mais bien comment s'en débarrasser!

Eh bien! il existe plusieurs traitements efficaces pour faire disparaître ces indésirables points rouges. On pense entre autres aux médicaments généralement constitués d'un mélange de plusieurs composés chimiques ayant des effets antiacné. Leur association permet de minimiser les effets secondaires et d'améliorer leur efficacité.

Parmi les substances utilisées dans les médicaments topiques, c'est-à-dire ceux qui sont appliqués directement sur le bouton comme les crèmes et les gels, nous retrouvons entre autres le peroxyde de benzoyle et l'acide azélaïque. En général, ceux-ci ont des effets anti-inflammatoires. Ils éliminent ou du moins diminuent la population de *P. Acnes*, la bactérie en partie responsable de l'acné. Ils débloquent également les pores en se débarrassant d'une couche de peau morte.

La tétracycline et l'isotrétinoïne sont utilisées dans les médicaments oraux, soit des pilules qui agissent à l'intérieur du corps. La tétracycline empêche la multiplication de *P. Acnes* et a également un effet anti-inflammatoire. La seconde, l'isotrétinoïne, est le composé qui a les effets les plus complets pour contrer l'acné, mais c'est également celui qui a le plus d'effets secondaires.

Heureusement, il y a moyen de prévenir l'apparition de ces indésirables boutons. En effet, il faut se laver doucement le visage au moins une fois par jour avec un savon non irritant. Il faut également se laver les cheveux si ceux-ci sont gras, et se raser la barbe prudemment pour ne pas ouvrir les poches d'accumulation de sébum et de bactéries. Il faut à tout prix éviter de mettre ses doigts sur le visage et de gratter ou pincer les boutons.

Ce qui importe le plus lorsqu'un bouton apparaît, ce n'est pas comment ni pourquoi il se forme, mais bien comment s'en débarrasser!

Enfin, les boutons se forment par l'accumulation de sébum stimulé par des hormones ou mangé par des bactéries et ils peuvent être traités à l'aide de différents produits. Toutefois, il faut se méfier des publicités proclamant détenir la recette miracle pour contrer ces ignobles boutons, d'où l'importance de bien se renseigner avant l'achat de ce genre de produits pharmaceutiques.

RÉFÉRENCES :

- COLIGNON, Marie-Christine. *Hydrogène : Problèmes de peau. Quelles solutions?* Paris, Éditions de la Martinière, 2006, 110 pages.
- NATIONAL INSTITUTE OF ARTHRITIS, MUSCULOSKELETAL AND SKIN DISEASES. *NIAMS, Questions and Answers about Acne* [En ligne]. (Consulté le 26 février 2013). http://www.niams.nih.gov/Health_Info/Acne/

Développement d'un bouton blanc

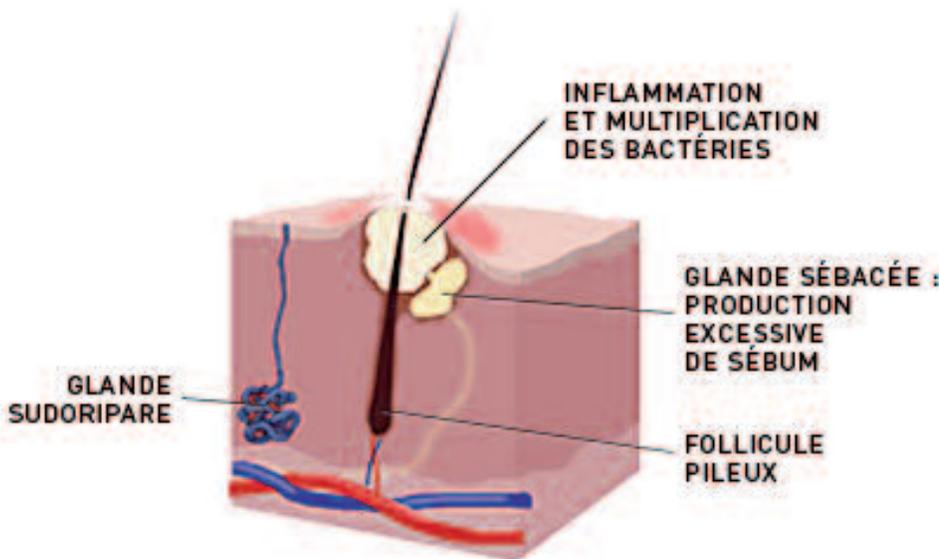


FIGURE 1 Développement d'un bouton blanc.
Source : LONDON B. <http://athena-antigone-tisbea-et-colomba.com/prendre-soin-de-sa-peau/>

ENLEVER LE « C » DU CO₂!

Par Alexandre Guay, Caroline Matteau, Ylan Tran

C'est bien connu, le réchauffement climatique cause des dommages irréversibles à l'ensemble de notre planète bleue. Cela amène les scientifiques à développer des techniques révolutionnaires afin de contrer cette situation de plus en plus alarmante.

Essentiel à la vie, tant au cœur de la composition de la matière organique qu'au niveau de la matière inorganique, le carbone forme un cycle d'échanges perpétuels transformé par l'activité humaine. Ce cycle influence malgré tout notre environnement à sa façon par la décomposition, l'utilisation et le stockage de la matière organique. Un problème quant au déséquilibre de ce cycle du carbone persiste : le rejet du carbone vers l'atmosphère se fait en trop grande quantité, augmentant ainsi l'effet de serre. Une partie de ce CO₂ est réabsorbée par les océans ou stockée par ce qu'on appelle des « puits de carbone ». Les scientifiques sont toutefois sceptiques quant au bon maintien de ce cycle et n'excluent pas l'idée d'une saturation de ces espaces.

Actuellement, la principale perturbation se fait de manière directe par l'ajout d'une nouvelle source de carbone au cycle mondial. En effet, la combustion des énergies fossiles représente les trois quarts des émissions directes de gaz à effet de serre, suivie par la déforestation et l'exploitation agricole. Indirectement, les polluants (gaz à effet de serre) rejetés dans l'atmosphère engendrent une modification de sa température en absorbant les radiations solaires infrarouges et en les redirigeant vers la surface terrestre. Cette modification s'intensifie en raison de l'augmentation annuelle de la quantité émise par l'activité humaine, soit 6 milliards de tonnes de carbone par an. Des effets sur le climat ont été recensés et interprétés comme des symptômes de notre planète souffrant de la modification de son cycle du carbone. Parmi ces changements, on remarque une hausse de la température globale de la planète (atmosphère et océans) ainsi qu'une fonte des glaciers qui accompagne le réchauffement climatique. On note aussi une hausse du niveau des océans et un accroissement des phénomènes climatiques anormaux. Parmi ces catastrophes naturelles,

on note, par exemple, une hausse de la fréquence des ouragans à des endroits inhabituels.

Une initiative très récente a été proposée afin de réduire la concentration en carbone sous forme de CO₂ dans l'atmosphère et c'est au professeur Klaus Lackner de l'Université de Columbia que reviennent les honneurs. Son invention? Des prototypes ressemblant à des arbres synthétiques qui capteraient le dioxyde de carbone grâce à des filtres. On pourrait ensuite entreposer le carbone récolté au fond des océans, puisque sa densité est plus grande que celle de l'eau. En fait, le CO₂ traverserait les filtres et entrerait en contact avec une solution à base d'hydroxyde de sodium (NaOH). Le dioxyde de carbone serait alors transformé en bicarbonate de sodium (NaHCO₃) à l'état liquide. Sous cette forme, celui-ci est plus facilement stockable dans de grands réservoirs à même le sol sous-marin. Le seul désavantage de cette nouvelle technologie, qui n'en est toutefois toujours qu'au stade d'essai, serait le coût faramineux des installations. Pour chaque arbre, il faut compter environ 18 240 \$ canadiens. De plus, l'entreposage sous les fonds océaniques est très compliqué et dispendieux, puisqu'il s'agit d'installer des réservoirs en profondeur.

Malgré tout, les avantages sont nombreux et font rêver bien des scientifiques. En effet, cette technologie permet d'absorber bien plus efficacement le CO₂ que les arbres végétaux. On estimerait la quantité de dioxyde de carbone absorbé par un seul de ces arbres synthétiques à 90 000 tonnes par an. Cela équivaut à l'émission de plus de 20 000 voitures en un an!

De plus, seulement 5 % du CO₂ capturé servirait à alimenter ces structures géantes. En les plaçant près d'usines, de champs pétroliers ou de grandes autoroutes, on maximiserait leur efficacité.

On estimerait la quantité de dioxyde de carbone absorbé par un seul de ces arbres synthétiques à 90 000 tonnes par an.

Pour le moment, les gouvernements sont réticents à investir dans ces installations, en grande partie à cause du coût. Il est vrai que ces arbres synthétiques sont dispendieux et ne génèrent pas de profit net dans les poches des gouvernements, mais l'effet qu'ils pourraient avoir sur la qualité de notre atmosphère est une donnée déterminante qu'on ne doit pas oublier dans l'équation.

Certaines recherches ont étudié le problème sous un autre angle et ont cherché à développer des techniques de recyclage du CO₂ émis. Ces recherches ont mené à la découverte de composés chimiques à base de CO₂ qui pourraient se comporter comme le pétrole. Les problèmes rencontrés sont encore une fois



FIGURE 1 Programme d'essai d'arbres synthétiques en Grande-Bretagne
Source : <http://www.cleantechrepublic.com/2009/08/28/des-arbres-artificiels-pour-capter-le-co2/>

liés aux coûts de production. En effet, le processus de transformation du gaz carbonique en pétrole se révèle bien coûteux. Pourtant, des résultats très intéressants ont été obtenus dans une recherche récente sur les biocarburants menée par la compagnie *Bio Fuel System*. Cette compagnie a orienté ses recherches vers le phytoplancton, un organisme marin microscopique consommateur de CO₂ et producteur d'oxygène (O₂). Parmi 30 000 espèces de phytoplancton répertoriées, les chercheurs de la compagnie BFS ont découvert qu'une de ces espèces avait une structure moléculaire comparable à celle du pétrole de consommation. C'est à partir de cet organisme marin que leur biocarburant est né. Ce dernier est similaire à celui de nos voitures. En fait, il produit presque autant d'énergie par kilogramme consommé, et nous pouvons l'utiliser dans nos moteurs ordinaires. De plus, pour chaque tonne de CO₂ consommé par les phytoplanctons, la combustion du carburant qui en est dérivé recrée seulement une demi-tonne de gaz carbonique; une diminution directe de la moitié de notre production de CO₂. Finalement, le biocarburant de BFS s'est dé-

marqué parce qu'il est économiquement viable. Il est rentable de produire du carburant avec cette technique.



FIGURE 2 Les cimenteries sont responsables de 10 % de la production du CO₂ mondial.
Source : <http://www.lookfordiagnosis.com>

En 2011, cette compagnie s'est associée à une cimenterie afin de construire une usine pilote pour tester la viabilité du système. Cette usine produit 220 000 barils de pétrole, tout en neutralisant 450 000 tonnes de CO₂ chaque année. Depuis, des projets de construction sont sur la table pour trois usines aux États-Unis et

en Corée. D'ici 2020, la compagnie prévoit construire plus de 50 usines. Le succès de BFS n'est pas passé inaperçu : plus de 400 laboratoires de recherche ont été ouverts pour découvrir la recette miracle de BFS. L'effervescence des biocarburants mènera peut-être à des techniques de recyclage du carburant qui pourront sauver notre planète.

RÉFÉRENCES :

- Kunzig, Robert, *Scrubbing the skies*, [en ligne], <http://ngm.nationalgeographic.com/big-idea/13/carbon-capture> consulté le 3 avril 2013.
- Auteur inconnu, *Des arbres synthétiques contre le réchauffement climatique*, [en ligne] <http://www.politique-actu.com/debat/arbres-artificiels-contre-rechauffement-climatique/44987/> consulté le 29 mars 2013.
- Bio Fuel system, *Technologie*, [en ligne] <http://bfs-france.com/technologie.html> consulté le 26 mars 2013.

DES GÈNES RAVAGEURS

Par Camille Auger et Élyse Robin-Boulangier

On a les yeux de maman, la bouche de papa et le diabète de grand-maman. Les maladies héréditaires peuvent ruiner la vie d'individu, et même affecter toute une population.

Grâce aux avancées technologiques et aux recherches scientifiques, des découvertes à propos du développement et de la formation de certaines maladies sont faites régulièrement. Ces progrès permettent d'améliorer les traitements existants ou d'en développer de nouveaux. Nous nous sommes intéressées ici à la génétique, un des facteurs à l'origine de plusieurs maladies graves. Malheureusement, pour le moment, ce facteur n'est que très peu ou pas contrôlable. Toutefois, nous avons décidé d'étudier comment un certain caractère héréditaire peut se propager dans une population et les probabilités qu'après plusieurs générations, il disparaisse.

Tout d'abord, un gène est l'information transmise de génération en génération par l'intermédiaire des chromosomes. Chaque caractère héréditaire d'un individu est associé à un gène et possède habituellement deux formes possibles appelées allèles. Il y a l'allèle récessif et l'allèle dominant. Si, pour un certain gène, les deux allèles sont identiques, on dira qu'il est homozygote, alors que s'ils sont différents il sera hétérozygote. Lorsqu'un individu est hétérozygote, seul l'allèle dominant s'exprime, mais les deux pourront être transmis à sa progéniture. Il existe des maladies liées à un gène récessif et d'autres au gène dominant. Chaque allèle se retrouvera en proportion égale dans les gamètes. Les gamètes sont les cellules reproductrices qui permettent la transmission des gènes, ce sont les ovules chez la femme et les spermatozoïdes chez l'homme. Chacun possède un seul allèle de chacun des gènes. Ainsi, lors de la fécondation, l'allèle du gamète mâle

et celui du gamète femelle s'unissent afin de former une nouvelle combinaison allélique.

Nous avons commencé par trouver les probabilités que des individus possédant une certaine combinaison d'allèles donnent naissance à des enfants porteurs d'une combinaison identique ou différente. Pour ce faire, nous avons déterminé toutes les paires d'allèles possibles pour un certain gène, soit *AA*, *Aa* et *aa*. Nous identifierons par un « *A* » l'allèle dominant et par un « *a* » le récessif. Afin de simplifier le tout, nous étudierons ici une population de seulement deux individus. Ainsi, chaque couple aura deux enfants qui se reproduiront ensemble et ainsi de suite. Ensuite, il nous a fallu former des couples avec les paires d'allèles trouvées. Pour chacun de ces couples, nous avons calculé leurs probabilités de produire les autres arrangements possibles d'allèles. Dans ce but, nous avons fait des

grilles de Punnett. Voici un exemple pour un croisement entre deux individus Aa :

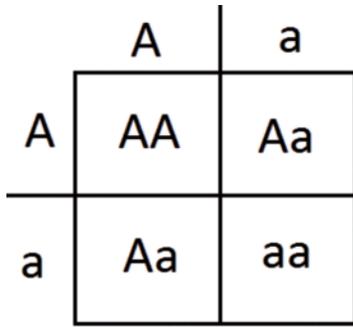


FIGURE 1 Grille de Punnett représentant le croisement de deux individus Aa .

Les allèles de chacun des parents sont disposés sur les côtés et les combinaisons possibles dans les cases. Ainsi, la case en haut à gauche représente un enfant ayant hérité de deux allèles A . Comme nous pouvons le constater, une case sur quatre contient la combinaison AA , ce qui signifie que lorsque deux individus Aa se croisent, la probabilité qu'un descendant soit AA est de $\frac{1}{4}$. De la même façon, celle de aa est de $\frac{1}{4}$ et celle de Aa de $\frac{1}{2}$ ($\frac{1}{4} + \frac{1}{4}$).

Afin de bien représenter toutes les combinaisons possibles et leur probabilité, nous avons fait un schéma (voir figure 2).

Pour construire ce diagramme, nous avons en premier lieu représenté les six combinaisons alléliques possibles dans les encadrés numérotés de 1 à 6. Ensuite, toute flèche sortant d'un encadré i mène à une combinaison allélique possible (appelé encadré j) pour leurs deux enfants. Par exemple, pour des parents $AA Aa$, voici les descendance possibles :

- une chance sur 4 d'obtenir $AA AA$.
- une chance sur 2 d'obtenir $AA Aa$.
- une chance sur 4 d'obtenir $Aa Aa$.

On remarque que les combinaisons 1 et 6 ne peuvent donner que des paires d'allèles identiques à celle de la première génération. Toutefois, les autres combinaisons peuvent, à long terme, engendrer les états 1 et 6. On peut donc penser qu'après plusieurs générations, les combinaisons 2, 3, 4 et 5 auraient tendance à disparaître. Pour confirmer notre hypothèse, nous avons bâti une matrice avec les probabilités trouvées précédemment. Par exemple, l'élément d'une matrice situé à la i^e ligne et à la j^e colonne

représente la probabilité de passer de la combinaison i à la combinaison j (voir figure 3).

En mettant la matrice au carré, nous obtenons les probabilités que les petits-enfants possèdent une certaine combinaison allélique en fonction de celle que leurs grands-parents avaient au départ. Afin d'observer ce qui se produirait à plus long terme, nous avons calculé la matrice exposant 100 000, ce qui représente les probabilités d'obtenir une certaine combinaison allélique au bout de 100 000 générations selon le génotype des tout premiers individus. Il ne faut pas oublier ici que nous étudions seulement une population de deux individus. Les résultats seraient probablement différents si un plus grand nombre d'individus avait été considéré.

Nous avons arrondi certains nombres de la deuxième, de la troisième, de la quatrième ainsi que de la cinquième colonne par des zéros, puisque ceux-là étaient très petits, c'est-à-dire 10^{-9} à la puissance -9 205. On constate donc que notre hypothèse est confirmée puisque les probabilités d'obtenir les combinaisons 2, 3, 4 et 5 au bout de 100 000 générations sont presque nulles. On peut voir également que lorsque la combinaison de départ possède davantage d'allèles A , la probabilité que la seule combinaison restante à long terme soit $AA AA$ est plus grande que celle de la combinaison $aa aa$, et vice-versa. Ainsi donc, dans une population de deux individus, une extinction d'un des deux allèles est inévitable.

Sur la base de ces résultats, on peut supposer que si l'un des deux allèles avait été porteur d'une maladie, à long terme, tous les individus de la descendance auraient eu la maladie et l'auraient transmise aux générations suivantes. D'ailleurs, c'est un phénomène qu'on a pu observer dans plusieurs populations relativement isolées, comme celle du Saguenay-Lac-Saint-Jean. En effet, dans cette région, le nombre de personnes atteintes d'une maladie génétique comme l'acidose lactique congénitale est plus élevé qu'ailleurs au Québec. Lors de la colonisation, la nouvelle population comportait plus d'individus porteurs de la maladie que dans la population d'origine, et a naturellement fait augmenter la fréquence allélique.

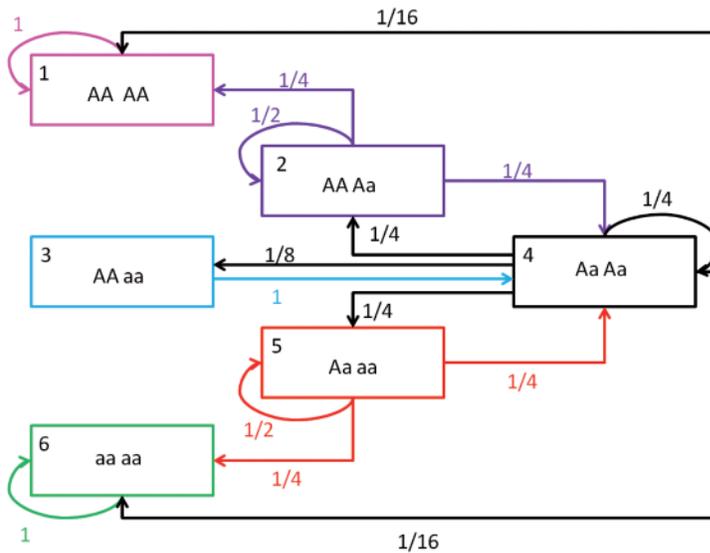


FIGURE 2 Schéma représentant les probabilités qu'un arrangement allélique soit formé selon la combinaison de départ.

$$A^1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & 0 & \frac{1}{4} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ \frac{1}{16} & \frac{1}{4} & \frac{1}{8} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{1}{16} \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad A^2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{25}{64} & \frac{5}{16} & \frac{1}{32} & \frac{3}{16} & \frac{1}{16} & \frac{1}{64} \\ \frac{1}{16} & \frac{1}{4} & \frac{1}{8} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{1}{16} \\ \frac{9}{64} & \frac{3}{16} & \frac{1}{32} & \frac{5}{16} & \frac{3}{16} & \frac{9}{64} \\ \frac{1}{64} & \frac{1}{16} & \frac{1}{32} & \frac{3}{16} & \frac{5}{16} & \frac{25}{64} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad A^{100000} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{3}{4} & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{4} & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{3}{4} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

FIGURE 3 Matrice représentant les probabilités qu'une combinaison allélique en forme une autre après une, deux et 100 000 générations.

RÉFÉRENCES :

- MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX, Québec. Saguenay—Lac-Saint-Jean : population à effet fondateur, 2010, [En ligne]. (page consultée le 23 avril 2013) : http://www.santesaglac.gouv.qc.ca/genetique/effet_fondateur.html
- REECE, J. URRY, L. CAIN, M. WASSERMAN, S. MINORSKY, P. JACKSON, R. Campbell. *Biologie*, 4^e édition. Québec, 2011, 1458 p.

LE FIL SANS FAILLE

Par Sébastien Bourbonnais et Julien Gauthier

Comme plusieurs personnes le savent déjà, les toiles d'araignée sont très solides et collantes. C'est commun, tout le monde a déjà marché dans une de ces toiles et a eu de la difficulté à s'en débarrasser. Dans cette situation, il est possible de constater les propriétés surprenantes des toiles d'araignée. Or, jusqu'où vont leurs capacités?

Il est vrai que les toiles d'araignée sont extrêmement solides, voire presque indestructibles. Leur résistance surpasse même celle des fils d'acier, un des matériaux les plus solides qui existent. C'est là que nous pouvons en constater les merveilleux attributs : à diamètre égal, elles sont cinq fois plus résistantes que l'acier. Leur deuxième propriété est d'autant plus intéressante! En effet, la plupart des araignées peuvent produire des fils élastiques ayant la capacité de s'allonger jusqu'à quatre fois leur longueur sans se rompre. L'acier est un matériau lourd, rigide et difficile à manipuler, contrairement au fil produit par l'araignée, fin et élastique, qui peut soutenir des charges extrêmement lourdes. Il est également très léger. En effet, un fil faisant le tour du monde ne pèserait que 320 g! Bref, la toile d'araignée est un matériau sans équivalent. C'est pourquoi les scientifiques continuent de chercher des moyens qui permettraient d'exploiter ses caractéristiques avec efficacité. Afin de mieux vous éclairer sur ses diverses autres particula-

rités, cet article portera sur les différentes fonctions de la toile d'araignée, sur sa composition chimique ainsi que sur sa synthèse artificielle.

À première vue, les fils formant les toiles d'araignées se ressemblent tous, mais la réalité est tout autre. Après plusieurs recherches, les scientifiques ont constaté que l'araignée possède plusieurs filières lui procurant sa soie. De ce fait, les fils d'araignée, variant selon l'espèce, sont loin de tous se ressembler. D'ailleurs, il est nécessaire de préciser que l'araignée produit des fils de soie dont les propriétés diffèrent selon leur fonction. En effet, l'araignée se sert de ses glandes abdominales pour produire les différents types de soie que l'on peut regrouper en cinq grandes catégories de fils.

Enfin, les scientifiques, malgré plusieurs années de recherche, sont encore incapables de reproduire de façon exacte la toile d'araignée.

L'araignée peut se servir de sa toile pour chasser, car il s'agit avant tout d'un piège. En effet, la toile sert de filet à ce prédateur et est fabriquée en fonction des proies que celle-ci veut attraper. Il tisse des toiles avec des ouvertures étroites ou larges selon la taille de la proie désirée, et peut augmenter au besoin la force et l'élasticité de ses fils. Aussi, l'araignée peut changer l'angle de sa toile pour augmenter sa capacité de prendre au piège des insectes qui marchent, rampent ou volent. Pour faire sa toile, elle utilise plus d'une sorte de fil de soie. En effet, se déplacer sur le même fil collant que ses proies ferait en sorte qu'elle se retrouverait engluée à son tour. Elle doit donc utiliser un fil résistant et non adhésif pour ses déplacements et un fil gluant et collant pour capturer

les insectes. Une fois l'insecte en contact avec la toile, cette dernière émet une vibration qui alerte immédiatement l'araignée, afin qu'elle se précipite vers sa proie et utilise un fil résistant pour l'emballoter.

Les fils de soie peuvent aussi servir à attirer des prétendants et à protéger les cocons de l'araignée. En effet, pour attirer les mâles, la femelle utilise des fils de soie parfumés, ce qui permet à la gent masculine de la sentir de loin. De plus, elle prépare un cocon dont l'extérieur est très résistant pour permettre aux œufs de survivre aux chocs et aux prédateurs, alors que l'intérieur est rembourré de soie pour fournir un grand confort aux œufs.

Pour ce qui est de la composition de la toile, il faut savoir qu'elle est constituée de fibroïne, une protéine de structure dans la même catégorie que la kératine, apparaissant au microscope comme des fibres hélicoïdales tressées de chaînes d'acides aminés. La glycine et l'alanine sont les deux plus importants acides aminés qui entrent dans la composition de la toile et leur disposition peut faire varier la structure et la fonction des fils. Il y a également deux sortes de « régions » au sein d'un fil : une région cristalline, qui consiste en une solution aqueuse très concentrée de fibroïnes dépliées et désordonnées, et une région amorphe qui est riche en glycine et qui adopte une forme en hélice ainsi qu'une organisation plutôt aléatoire. Ce sont ces deux régions distinctes qui attribuent les fonctions de résistance et d'élasticité à la toile d'araignée. Les zones cristallines contiennent beaucoup de liaisons hydrogène qui assurent la stabilité et donc la grande résistance des fils. Les zones amorphes, quant à elles, contiennent des enchainements d'acides aminés non organisés qui se détendent lors d'une contrainte ainsi que des feuillettes rigides qui permettent le retour à la position initiale.

Enfin, les scientifiques, malgré plusieurs années de recherche, sont encore incapables de reproduire de façon exacte la toile d'araignée. Étant donné qu'il est impossible d'utiliser la soie produite directement par les araignées, les scientifiques doivent trouver un moyen qui leur permettrait de générer des fils de soie selon le processus exact de tissage qui s'opère à



FIGURE 1 La toile d'araignée peut avoir plusieurs fonctions, notamment la capture d'insectes.

Source : Rob van Hilten, <http://www.flickr.com/photos/rogodoun/1463769869/>

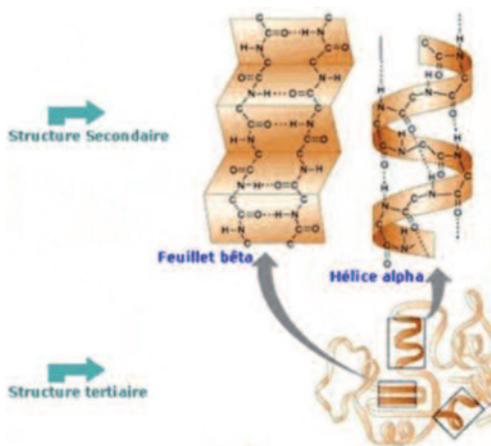


FIGURE 2 Les structures en hélice et en feuillet de la fibroïne expliquent l'élasticité et l'endurance de la toile d'araignée. Source : <http://tpelatoile.blogspot.ca/2013/03/ii-incroyables-proprietes.html>

l'intérieur de ces arachnides. Pour ce faire, ils devraient assembler les protéines à la perfection et en y ajoutant l'information génétique du matériau de tissage. Évidemment, il s'agit d'un procédé extrêmement complexe et encore mal compris, mais la toile d'araignée aurait des répercussions monstres sur la technologie moderne. Dans l'industrie de la sécurité automobile, on pourrait produire des ceintures avec une élasticité parfaite. Dans l'industrie médicale, des sutures naturelles, résistantes et ne laissant pas de cicatrices pourraient être confectionnées.

En somme, en plus des bénéfices qu'apportent les toiles d'araignées dans la vie de tous les jours, comme l'élimination d'insectes nuisibles, ces fils de soie valent vraiment l'effort investi par les scientifiques dans les recherches sur leur synthèse artificielle, et leurs attributs formidables contribueraient sans aucun doute à une grande avancée scientifique.

RÉFÉRENCES :

- *Le miracle de l'araignée*. [En ligne] Consulté le 16 avril 2013. <http://lemiracledelearaignee.com/5.htm>
- *Le secret des toiles d'araignée*. [En ligne] Consulté le 16 avril 2013. <http://lemondeetnous.canalblog.com/archives/2012/05/17/24115527.html>
- *TPE la toile d'araignée*. [En ligne] Consulté le 17 avril 2013. <http://tpelatoile.blogspot.ca/2013/03/introduction.html>

UN POISON RAYÉ JAUNE ET NOIR

Par Pierre-Olivier Hébert et Guillaume Pilon

Lorsque nous sommes piqués par une abeille, que nous soyons allergiques ou non, plusieurs réactions surviennent dans notre corps. Celles-ci nous affectent autant sur le plan dermatologique que sur les plans cardiovasculaire et nerveux.

La nature comporte plusieurs dangers. L'un de ses risques les plus vicieux est le venin des animaux dangereux. Nous connaissons tous la létalité qu'une morsure de cobra ou qu'une pique d'un scorpion peut entraîner. Cependant, il n'est pas nécessaire de traverser les frontières du Québec pour observer des venins aux effets dévastateurs. En effet, un insecte bien commun peut aussi rendre la vie difficile aux Québécois. L'abeille injecte un venin très particulier qui fait vivement réagir notre organisme. C'est souvent notre sensibilité et la quantité de substance injectée qui déterminent notre réaction. Nous observerons les effets du

venin sur une personne qui n'est pas sensibilisée; la réaction d'une personne allergique sera beaucoup plus violente. Malgré ces effets qui paraissent néfastes, des recherches nous montrent que le venin pourrait bien être utile dans la lutte contre le VIH ou le cancer.

Tout d'abord, il faut savoir que le venin d'abeille affecte tout organisme avec lequel il entre en contact. Sachant cela, il y a deux facteurs qui définissent les symptômes qui vont se manifester. La quantité de venin injectée dans l'organisme et la sensibilité de la personne (allergique ou non). Le venin affecte l'organisme sur le plan dermatologique et hématologique ainsi que les systèmes cardiovasculaire, nerveux central et respiratoire.

Sur la peau, le venin provoque de l'urticaire. Dans le sang, le venin a une action hémolytique, c'est-à-dire qu'il provoque l'hémolyse,



FIGURE 1 Une abeille.
Source : Maciej Czyzewski, <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Bee-apis.jpg> (24 avril 2013)

la destruction des globules rouges. Il augmente le temps de coagulation du sang, en plus d'augmenter la perméabilité des vaisseaux sanguins. Ce dernier effet facilite donc la propagation du venin dans l'organisme ainsi que l'apparition d'œdème de Quincke, à savoir un gonflement des tissus sous-cutanés et des muqueuses. Pour ce qui est du système nerveux, on peut constater l'apparition de crampes et, si la situation dégénère, un état de stupeur, et même des convulsions. Le venin affecte le système respiratoire en causant une bronchoconstriction, c'est-à-dire que les muscles du système se contractent ou enflent, rendant la respiration difficile, voire impossible. Ce diagnostic peut sembler désastreux, mais, heureusement, il ne se manifeste pas à la première pique. Une seule pique sur une personne non allergique provoque une douleur, un gonflement à l'endroit où le dard est entré ainsi que des démangeaisons. La longue liste des effets énumérés plus tôt se manifeste à la suite d'injections multiples de venin. La dose létale de venin n'est pas bien connue, car elle dépend de plusieurs facteurs : le poids, l'état de santé de la personne, la qualité du venin, etc.



FIGURE 2 Une réaction d'urticaire.
Source : Eriacens, http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Urticaire_g%C3%A9ant_dosD%C3%A9tail.jpg (24 avril 2013)

Les multiples piques d'abeilles peuvent causer beaucoup de dommage chez une personne non sensibilisée, alors que chez une personne allergique une seule pique peut causer la mort. Elle peut également provoquer un choc anaphylactique. Celui-ci peut être gradué en cinq niveaux de gravité que l'on nomme « grades ». Le premier se manifeste par des signes cutanéomuqueux, c'est-à-dire de l'urticaire et des œdèmes. Une baisse de la pression artérielle, un rythme cardiaque qui baisse et une hyperactivité des bronches caractérisent le deuxième grade. Une difficulté à respirer

due à un œdème au niveau du larynx, un malaise général avec angoisse et un état confusionnel sont synonymes d'un choc anaphylactique de grade trois. Le grade quatre se définit par une détresse respiratoire grave, des vomissements, des pertes de connaissance avec incontinence et arrêt cardiaque. Le choc anaphylactique peut atteindre le grade quatre en quelques minutes; à ce stade, si les procédures d'urgences ne sont pas appliquées rapidement, c'est la mort (grade cinq).

La dose létale de venin n'est pas bien connue, car elle dépend de plusieurs facteurs : le poids, l'état de santé de la personne, la qualité du venin, etc.

Nous constatons que le venin d'abeille a plusieurs effets néfastes. L'une des causes de ces effets est la composante principale du venin, la mélitine. Cette dernière provoque plusieurs réactions dans le corps humain. Elle est particulièrement efficace dans le domaine de l'hémolyse. En plus de son action hémolytique, ses interactions avec les membranes des cellules sont particulières, créant des trous dans celles-ci. La mélitine agit également en tant qu'inhibiteur pour quelques éléments essentiels au fonctionnement des cellules, tels que les pompes de transports sodium-potassium et proton-potassium. Par conséquent, toutes ces actions affectent grandement la perméabilité des membranes cellulaires. En plus de tout cela, la mélitine agit en synergie avec l'autre composé principal du venin, la phospholipase A2, qui est responsable principalement de l'inflammation.

Comme nous avons pu le remarquer, la mélitine donne au venin d'abeille son action dévastatrice. Néanmoins, la quantité doit être élevée, plus d'une centaine de piques, pour provoquer les symptômes cliniques vus précédemment. En plus, ses interactions avec les membranes cellulaires ont permis de trouver un bon côté à ce composé toxique. Des chercheurs en médecine de l'Université de

Washington ont découvert que le composé principal du venin d'abeille pourrait aider à vaincre le virus d'immunodéficience humaine (VIH), et même le cancer. La propriété de percer les membranes enlève la protection du VIH et des cellules cancéreuses. Par contre, nous injecter du venin peut sembler dangereux. En effet, nous avons vu la réaction causée par une trop grande quantité de toxine dans notre système. La solution à ce problème est de charger des nanoparticules de venin. Ces dernières sont beaucoup plus faciles à contrôler et n'affectent pas les autres cellules. Leur taille plus petite que celle des cellules normales leur permet de rebondir sur ces dernières, mais elles s'insèrent parfaitement dans les éléments qui composent la membrane des virus.

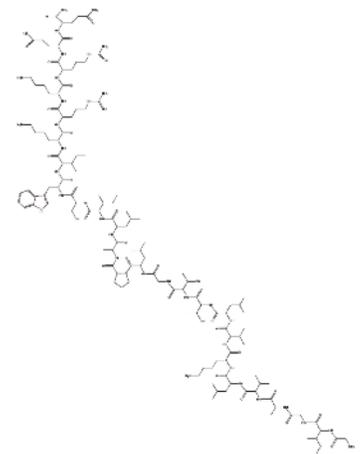


FIGURE 3 Une molécule de mélitine.
Source : Studiekemper, <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mellitine.JPG> (24 avril 2013)

En conclusion, outre le traitement du VIH et les tumeurs, le venin d'abeille pourrait aussi avoir d'autres effets positifs. L'apiponcture en est un. Cela consiste à pratiquer l'acuponcture, mais au lieu d'utiliser des aiguilles, les apipondeurs utilisent les abeilles et leurs dards. Il semblerait qu'en plus des effets connus de l'acuponcture, l'action inflammatoire du venin exciterait le système immunitaire en plus de diminuer les douleurs de certaines maladies comme la sclérose en plaques.

RÉFÉRENCES :

- Marie Brayet, *Abeille du Forez*, (Pique, Effet, Allergie) [En ligne], (01-04-13). <http://www.zoo-logique.org/vs/abeilleduforez/piques.htm>
- Dr Joël Duc, *The division of Immunology and Allergy, Allergie au venin d'hyménoptère*. [En ligne], (01-04-13) http://www.chuv.ch/ial/ial_home/ial_clinique/ial_clin_patient/ial_clin_pat_mal_allergiques/ial-info-pat-mal-allerg-allergies-piques-hymenopteres.htm
- EVANGÉLOU STRAIT, Julia, *Washington University in St-Louis, Nanoparticles loaded with bee venom kill HIV*. [En ligne]. (01-04-13) <http://news.wustl.edu/news/Pages/25061.aspx>

LES ÉTOILES ATTRAPENT FROID

Par Julie B. Tardif, Alexis Maheu et Jonathan Linteau

Tandis que le réchauffement global de la planète Terre inquiète les biologistes, c'est plutôt le refroidissement phénoménal d'une étoile à neutrons qui intrigue les astrophysiciens.

Depuis des millénaires, le ciel et ses phénomènes célestes ont suscité l'attention et la curiosité des civilisations. Plus récemment, la découverte des étoiles à neutrons a soulevé de multiples questionnements. Ces astres sont très particuliers, car ils possèdent une très grande masse (1,4 fois celle du Soleil, en moyenne) concentrée en une sphère d'environ 10 km de rayon. Ce sont donc les objets observables les plus denses de l'univers. D'une façon plus imagée, l'équivalent d'une cuillère à café de matière d'étoiles à neutrons aurait une masse de six milliards de tonnes.

Au centre d'une supernova, l'explosion d'une étoile très massive, la pression et la température sont tellement élevées qu'il devient énergiquement favorable pour les protons, les électrons et les neutrons de se dissocier les uns des autres afin de se déplacer de façon indépendante. Les protons et les électrons ainsi libérés peuvent alors fusionner afin de former des neutrons et de petites particules appelées neutrinos, formant ainsi une étoile constituée presque exclusivement de neutrons. Les neutrinos, quant à eux, s'échappent de l'étoile puisqu'ils n'interagissent avec presque rien.

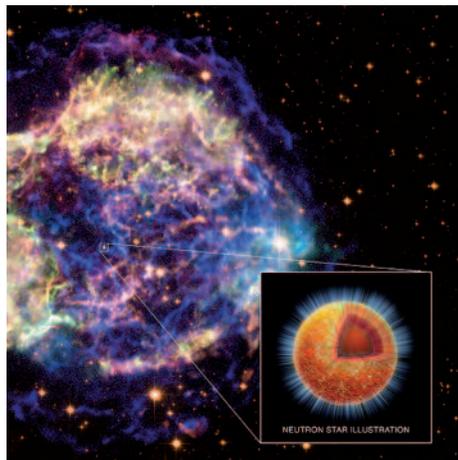


FIGURE 1 Les restes de la supernova Cassiopée A. Cette image a été obtenue en combinant une image en rayons X de l'observatoire Chandra avec une image en lumière visible prise par le télescope Hubble. Source : Image : Chandra; illustration : NASA/CXC/D. Page/P. Shternin.

Au centre de la supernova Cassiopée A (figure 1) se trouve une étoile à neutrons. La lumière de l'explosion serait parvenue à la Terre il y a environ 330 ans, ayant parcouru quelque 11 000 années-lumière. Cela en ferait donc la plus jeune étoile à neutrons connue de notre galaxie. On a donc la possibilité d'observer une étoile à neutrons assez jeune. C'est d'ailleurs ce que fait le satellite Chandra depuis 10 ans. Ces années d'observation ont permis de constater une chute de température de 4 % au cours de cette période. Cela peut sembler banal, mais, considérant le fait que les températures sont de l'ordre des milliards de degrés, il s'agit d'un phénomène inhabituel qui intrigue la communauté scientifique.

La perte de chaleur accélérée de l'étoile à neutrons serait attribuable à ce dégagement massif de neutrinos, qui emportent avec eux de l'énergie.

Les études récentes suggèrent que la perte d'énergie serait causée par la formation de superfluides au cœur de l'étoile. Un superfluide est un état de la matière qui possède plusieurs caractéristiques intéressantes, notamment une absence de viscosité. Un superfluide est formé lorsque deux particules s'assemblent pour

former une paire, nommée paire de Cooper. Dans des conditions terrestres, la formation de ces paires ne peut généralement se faire qu'à des températures extrêmement basses, soit près du zéro absolu (-273 °C). Par contre, les étoiles à neutrons sont tellement denses que le seuil de température pour la formation des paires de Cooper est beaucoup plus élevé. En effet, toute cette pression diminue grandement la distance entre les particules, augmentant de beaucoup la probabilité de formations de paires. La température du seuil critique pour une étoile à neutrons se situerait entre un demi-milliard et un peu moins d'un milliard de degrés Celsius, ce qui peut rendre le phénomène réalisable.

La figure 2 est une représentation artistique de la formation d'une paire de Cooper dans une étoile à neutrons. Au départ (figure 2.1), deux neutrons sont poussés l'un vers l'autre par la force nucléaire forte, combinée à la pression causée par la mer de neutrons. Si la température est en dessous du seuil critique, les neutrons forment une paire et libèrent deux neutrinos (en bleu, figure 2.2). Les neutrinos sont expulsés de l'étoile à neutrons. La paire de neutrons peut partir à grande vitesse (figure 2.3) puisqu'elle n'a plus les mêmes propriétés physiques. Par des collisions avec d'autres neutrons, les paires de Cooper se font souvent détruire, et elles peuvent ensuite se reformer et dégager d'autres neutrinos. La perte de chaleur accélérée de l'étoile à neutrons serait attribuable à ce dégagement massif de neutrinos, qui emportent avec eux de l'énergie. Dans l'encadré de la figure 1, le dégagement de neutrinos est représenté par des lignes bleues.

Par contre, la formation d'un superfluide de neutrons n'est pas la première étape du refroidissement de l'étoile. En effet, les étoiles à

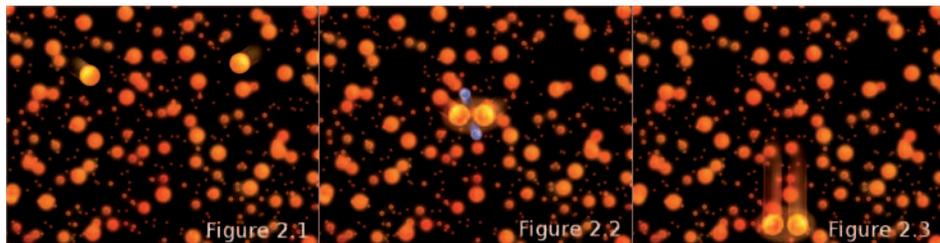


FIGURE 2 Représentation artistique de la formation d'une paire de Cooper dans une étoile à neutrons. Source : NASA/CXC/M.Weiss

neutrons contiennent également une petite proportion de protons et la création d'un superfluide de protons commence à des températures beaucoup plus élevées (2 à 3 milliards °C), donc plus tôt dans la vie de l'étoile. Contrairement aux neutrons, les protons n'émettent pas de neutrinos lorsqu'ils forment un superfluide, ce qui a pour conséquence un refroidissement beaucoup moins abrupt. Donc, la baisse de température est douce au départ, jusqu'au seuil critique des neutrons, où elle s'accélère.

Un superfluide de protons possède une autre particularité. Comme les protons sont des particules chargées, le superfluide a aussi les propriétés d'un supraconducteur. Un supra-

conducteur peut transporter des courants énormes sans aucune perte d'énergie. Étant donné que tout courant électrique génère un champ magnétique, celui produit par une étoile à neutrons est amplifié par le supraconducteur. En fait, il s'agit de l'un des plus puissants, avec 100 mégateslas ou davantage. En comparaison, le champ magnétique de la Terre est de l'ordre de 50 microteslas.

Les étoiles à neutrons recèlent encore beaucoup de mystères à élucider. Malgré les découvertes récentes à ce sujet, ce que nous vous avons présenté reste, en fin de compte, des hypothèses. Il est assez difficile d'être certain de quoi que ce soit lorsque nous étudions un objet qui se trouve à 11 000 années-lumière.

RÉFÉRENCES :

- HEINKE, Craig O. *Superfluids and superconductors in the core of a neutron star: the highest-temperature superconductor* [En ligne] (Consulté en avril 2013) <http://www.ualberta.ca/~heinke/Casa/Cooling.html>
- CHANDRA X-RAY OBSERVATORY. Cassiopeia A : NASA'S Chandra Finds Superfluid in Neutron Star's Core. [En ligne] (consulté en avril 2013) <http://chandra.harvard.edu/photo/2011/casa/>

PHOTOS D'ASTRONOMIE

Photographies : Maxime Girard-Simmons, Héloïse S. Goulet et Marc-André Poitras, accompagnés de leur professeur, Simon Labelle

Les deux photos ci-contre ont été prises par trois étudiants du cours d'astrophysique, dans le cadre de leur projet d'épreuve synthèse, le 22 avril 2013 à Sainte-Justine-de-Newton. Ils ont utilisé une lunette astronomique de marque *Stellarvue*, de 102 mm de diamètre, installée sur un trépied motorisé et reliée à un appareil-photo numérique.

Cette magnifique photo de la Lune montre les deux types de régions présentes sur la surface lunaire. Les régions sombres sont les *mers*,



FIGURE 1 La Lune

recouvertes de roches volcaniques formées par de grandes coulées de lave. Leur origine serait reliée à de gros impacts de météorites qui auraient fissuré la croûte lunaire à une époque où l'intérieur de la Lune était encore très chaud. Les régions claires sont les *plateaux*. D'altitude plus élevée, ceux-ci forment les parties les plus anciennes de la surface lunaire, âgées de plus de quatre milliards d'années. On y retrouve de nombreux cratères creusés par des impacts météoritiques.

La galaxie du Tourbillon, aussi appelée « Whirlpool » en anglais, est située à environ 27 millions d'années-lumière de la Terre.

La galaxie du Tourbillon, aussi appelée « Whirlpool » en anglais, est située à environ 27 millions d'années-lumière de la Terre. Elle se trouve dans la constellation des Chiens de chasse, près de la Grande Ourse. Il s'agit d'une galaxie spirale dont le diamètre est estimé à 100 000 années-lumière, qui contient environ cent milliards d'étoiles. La photo révèle les bras de la galaxie, enroulés autour de la région centrale, le *bulbe*. On remarque également sur la photo la présence d'une galaxie plus petite, de forme irrégulière, satellite de la galaxie principale. Cette photo a nécessité un temps d'exposition de deux minutes, à une sensibilité de 400 ISO.



FIGURE 2 La galaxie du Tourbillon (M51)

Les finissants en Sciences de la nature du Collège de Valleyfield et leurs professeurs



 Collège de Valleyfield
L'HISTOIRE • L'EXPÉRIENCE • LE SUCCÈS

 Agri-Fusion
2000 inc.

 AGÉCo

Pars à la DÉCOUVERTE...

Sciences de la nature

Au Collège de Valleyfield, le programme *Sciences de la nature* permet de comprendre le fonctionnement du corps, l'interaction entre les atomes et les phénomènes physiques et mathématiques décrivant notre univers. Les finissants de cette formation préuniversitaire pourront un jour contribuer au développement de nouveaux outils ingénieux, de médicaments, de soins de santé, de théorèmes physiques et mathématiques, de procédés chimiques, etc.

Tu rêves de découvrir un phénomène scientifique ?

Tu veux marquer le monde des sciences au XXI^e siècle ?

AU COLLÈGE DE VALLEYFIELD, ON A UN PLAN POUR TOI!

DOUBLE DEC

Sciences de la nature

et Arts visuels

PROJET DÈS L'AUTOMNE 2014 AU COLLÈGE DE VALLEYFIELD

3 ans >>> 2 formations

>>> la combinaison parfaite pour TES passions!

Un cheminement scolaire s'ouvrant sur de grandes opportunités universitaires!

Nos finissants
sont admis à **l'Université**
davantage que la
moyenne provinciale!

Étudiant d'un jour
AU COLLÈGE DE VALLEYFIELD

JOURNÉE COMPLÈTE OU DEMI-JOURNÉE

d'exploration dans les classes du programme de ton choix!

Renseignement et inscription : communication@colval.qc.ca



www.colval.qc.ca

communication@colval.qc.ca

450 373-9441 poste 253