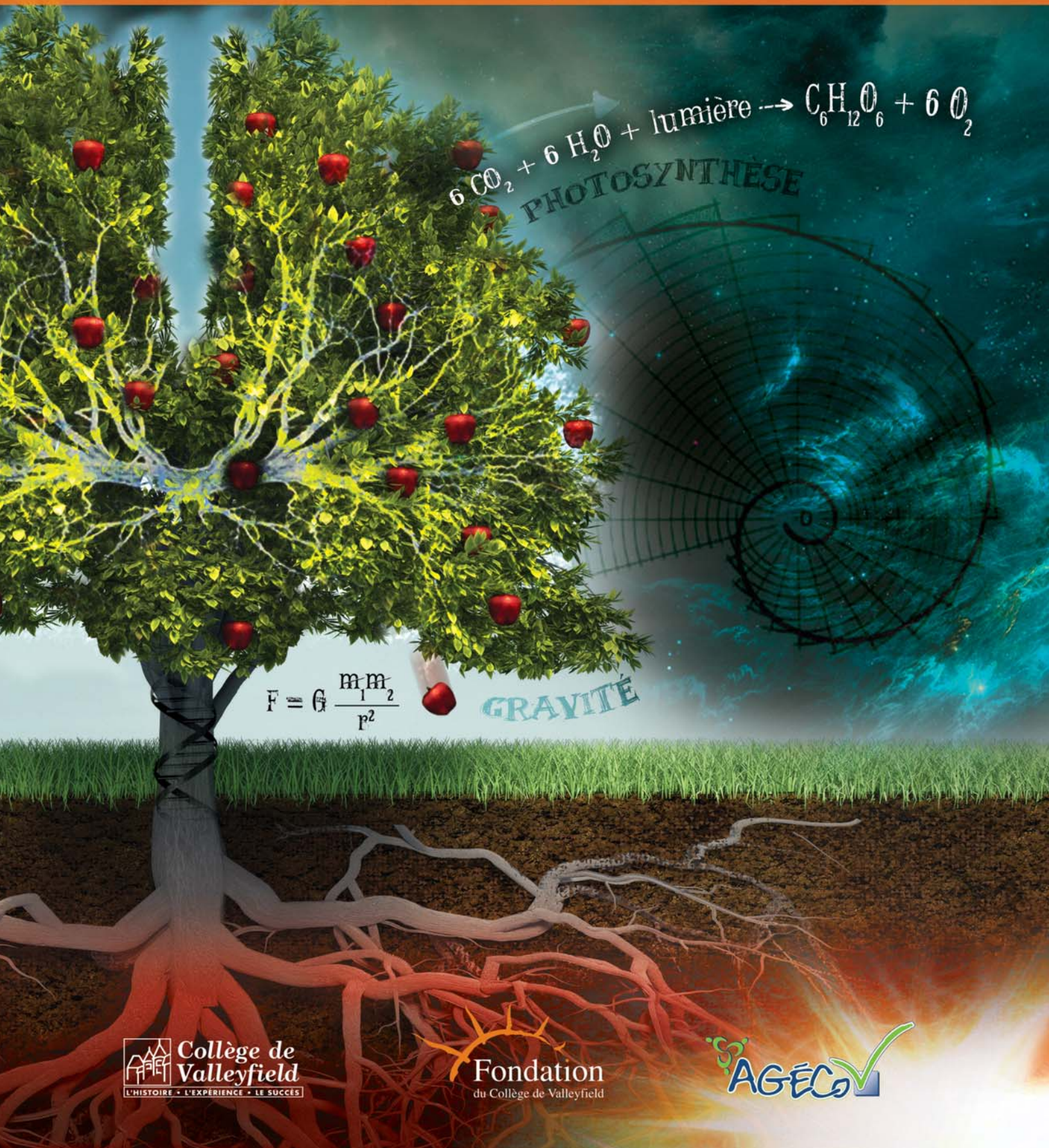


Ça, c'est de la SCIENCE!

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

Numéro 6 - printemps 2015



$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$
GRAVITÉ

Chers lecteurs,



Suzie Grondin
Directrice des études

Quelle fierté! Pour une 6^e année, on reconnaît tout le professionnalisme et l'engagement des étudiantes et des étudiants à la production de la revue scientifique *Ça, c'est de la science!*. Fidèle à ses objectifs, la revue présente divers articles qui décrivent et expliquent certains phénomènes de la science en les vulgarisant, en captant l'attention du lecteur, et ce, tout en faisant subtilement la promotion de la science.

Les phénomènes naturels, les énigmes scientifiques ou encore la magie de certains événements du quotidien y sont démystifiés et présentés de façon limpide et accessible. Je suis convaincue que, tout comme moi, vous saurez grandement apprécier cette production étudiante de haute qualité.

Félicitations aux étudiantes rédactrices et aux étudiants rédacteurs pour la qualité des contenus et aux collaborateurs pour la qualité de la langue française ainsi que pour la conception graphique. J'offre tous mes remerciements aux professeurs qui ont contribué à la réalisation de cette édition de la revue scientifique.

Bonne lecture!



Chers lecteurs,

C'est avec un immense plaisir et beaucoup de fierté que nous vous présentons cette sixième édition de la revue *Ça, c'est de la science!*, réalisée par les élèves du programme Sciences de la nature du Collège de Valleyfield. Ce programme nous a permis d'approfondir nos connaissances scientifiques dans divers domaines tels que la physique, la biologie, les mathématiques, la chimie, l'astronomie et la géologie. Cette revue reflète donc notre parcours collégial en présentant nos connaissances acquises sous la forme d'articles scientifiques vulgarisés.

Ce beau projet n'aurait pas pu voir le jour sans la participation de nombreux professeurs et membres du personnel. Nous aimerions donc remercier Anne-Claude Brochu, Frédéric Cyr, Éric Demers, Julie Quenneville, Mélanie Roux, Danny St-Pierre et Dominique Tessier. Nous tenons également à souligner l'excellente conception graphique réalisée par Aimie Chénard ainsi que la grande implication et le dévouement de Simon Labelle en tant que coordonnateur du projet.

Nous aimerions chaleureusement remercier le Collège de Valleyfield, le syndicat des professeurs, l'AGÉCOV, la Fondation du Collège de Valleyfield, la Coopérative étudiante du Collège de Valleyfield, le Café chez Rose, la compagnie Axiall et l'imprimerie Multiplus pour leur grande contribution financière.

En terminant, nous espérons que le fruit de notre travail saura susciter votre intérêt et piquer votre curiosité pour le monde de la science.

Bonne lecture!

Les membres étudiants du comité de rédaction

Louis D'Amour, Nicolas Monnin, Marie-Léa Guay, Tristan Saumure-Toupin, Caroline Dionne, Frédérique Levasseur, Frédéric Ladouceur, Camille Arcand, Bianca Ducas-Pouliot, Laurence Besner et Émilie Turcotte.

Table des matières

DES ROCHES QUI BOUGENT ?	4
REQUIEM POUR LES ABEILLES	5
AU CLAIR DE LA LUNE...	7
LES EFFETS DE LA VITAMINE C : MYTHE OU RÉALITÉ ?	8
TROUS NOIRS : DE PROFONDS MYSTÈRES!	10
L'ÉLECTRON, INSAISSABLE PARTICULE!	11
LES GROTTES DE FOND EN COMBLE	13
EH OUI! ON PARLE ENCORE DE SEXE	14
d(GÉNÉTIQUE)/dt	16
LE GRAND VOYAGE DE ROSETTA	17
UN SURPLUS D'HORMONES POUR UNE MONTÉE DE LAIT	19
PRENDS LA CLOTHOÏDE MOINS VITE!	20
LES FAMEUX <i>JET LAGS</i>	22
UN CARDAN POUR NOËL ?	23
23 h 56 min 4 s, TOP CHRONO!	25

COMITÉ DE RÉDACTION :

ÉTUDIANTS : Camille Arcand, Laurence Besner, Louis D'Amour, Caroline Dionne, Bianca Ducas-Pouliot, Marie-Léa Guay, Frédéric Ladouceur, Frédérique Levasseur, Nicolas Monnin, Tristan Saumure-Toupin et Émilie Turcotte.

PROFESSEURS : Anne-Claude Brochu, Frédéric Cyr, Éric Demers, Simon Labelle, Julie Quenneville, Danny St-Pierre et Dominique Tessier

SOUTIEN AU PROJET : Mélanie Roux - 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

Cette revue est conforme aux normes de la nouvelle orthographe.

La version électronique de la revue est disponible sur le site web du Collège (www.colval.qc.ca), dans la rubrique « Programmes d'études – Préuniversitaires », sous le titre du programme « Sciences de la nature ».



DES ROCHES QUI BOUGENT ?

Par Jérémie Fortin-Legoux et Jérémie Labbé

Il est difficile d'imaginer que des roches puissent parcourir le désert, mais elles sont bien réelles. Ce phénomène étrange observé par beaucoup de curieux dans la région de Death Valley, aux États-Unis, a suscité l'intérêt de nombreux scientifiques. Ils ont tous tenté de démystifier ce mystère qui semble tout droit tiré d'une histoire de science-fiction. Les premières recherches remontent à 1940, mais ce n'est que très récemment que ce mystère a été élucidé.

Ce phénomène s'observe sur une étendue de boue dans la région de Death Valley. Ce lieu bien particulier, que l'on appelle la « Racetrack Playa », est un lac asséché de manière saisonnière, d'une longueur de 4,5 km et d'une largeur de 2,1 km. Située à une altitude d'environ 1130 mètres au-dessus du niveau de la mer, cette étendue est considérée comme étant une zone endoréique. En d'autres mots, ce lac n'est relié à aucun cours d'eau, ce qui l'isole en plein milieu d'une zone désertique. Cette région est caractérisée par ses différents climats extrêmes qui la rendent unique, d'où son nom : « Vallée de la mort ». En effet, l'écart de température entre le jour et la nuit est relativement élevé. En hiver, la température moyenne durant le jour varie entre 20 et 30 °C. La nuit, par contre, la température peut chuter pour atteindre des températures inférieures à zéro, laissant parfois de la glace se former sur l'étendue d'eau, lorsqu'il y en a. Ce bassin de boue ne se remplit que très rarement d'eau, principalement durant l'hiver, lors des grandes périodes de pluies. En été, en raison des hautes



FIGURE 1 Longue trace laissée par une roche dans la Death Valley. [Consulté le 18 mars 2015]. Source : http://commons.wikimedia.org/wiki/File:2006_1205_135618-DVNP-RACETRACK.jpg

températures, l'eau s'évapore, ce qui l'empêche de former un lac. C'est donc seulement en hiver que l'accumulation des précipitations permet la formation d'un lac. Lorsque cet événement se produit, celui-ci ne recouvre que le tiers de la surface de la Playa et atteint une hauteur d'environ 7 centimètres.

Beaucoup d'hypothèses ont été amenées pour tenter d'expliquer ce phénomène des roches qui bougent. Certains évoquaient des vents d'ouragan, des tourbillons de poussière ou même de petits films d'algues glissantes. Certains allaient même jusqu'à croire que des extraterrestres étaient responsables du déplacement des roches!

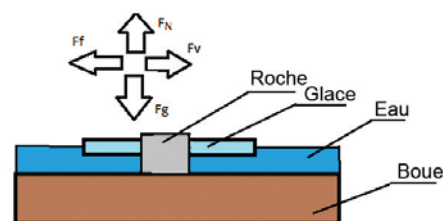
Richard Norris, un paléobiologiste de l'Université de Californie à San Diego, a mené une expérience qui a débuté en hiver 2011. Avec son équipe, il a équipé de GPS une quinzaine de roches afin d'étudier leurs mouvements sur la Racetrack Playa. C'est seulement en décembre 2013, près de deux ans plus tard, que l'équipe de recherche a finalement commencé à capter des mouvements des roches. Une fois sur le terrain, ils ont fait de nombreuses observations qui allaient certainement les aider à expliquer le mystère. En raison des importantes précipitations, son équipe a été en mesure d'observer la formation d'un étang sur une partie

de la Playa. De plus, à cause des faibles températures durant la nuit, de minces pellicules de glace variant de 3 à 5 mm d'épaisseur se sont alors formées à la surface du lac.

Mais comment des roches de plus de 300 kg peuvent-elles bouger ?

Les écarts de température entre le jour et la nuit étant élevés, la surface du lac gèle la nuit. Au lever du jour, la pellicule de glace formée commence à fondre. De grosses fissures se forment alors, créant ainsi de larges plaques indépendantes soulevant du même coup les roches. Cela diminue le coefficient de friction entre le fond du lac et les roches. C'est pourquoi les vents de la région, balayant l'étendue d'eau, ont été en mesure de déplacer ces plaques, amenant avec elles les roches. Ces glaces accrochées aux roches ont, par le fait même, entraîné celles-ci dans leurs déplacements, laissant de longues traces dans la boue.

Schéma de Forces



Légende

- F_N : Force normale
- F_V : Force du vent
- F_g : Force gravitationnelle
- F_f : Force de frottement

FIGURE 2 Schéma de forces représentant les différentes forces impliquées dans le mouvement des roches. Source : Schéma effectué par Jérémie Fortin-Legoux. [Créé le 2 mars 2015].

Les vents qui ont des vitesses variant entre 10,8 km/h et 18 km/h déplacent les roches à des vitesses se situant entre 0,12 km/h et 0,36 km/h. Par analogie, on estime qu'une tortue en bonne santé se déplace à une vitesse moyenne d'environ 0,4 km/h sur le sol. Les vents peuvent également expliquer les trajectoires des roches qui pouvaient sembler aléatoires. En effet, la direction des vents varie d'une journée à l'autre. La présence des montagnes autour du lac peut influencer

Avec son équipe, Richard Norris a équipé de GPS une quinzaine de roches, afin d'étudier leurs mouvements sur la Racetrack Playa.

les directions des vents et créer des courants sur certaines parties de la zone étudiée. Le phénomène de roches qui bougent est périodique et dure quelques mois jusqu'à ce que le lac soit de nouveau asséché.

Étant donné l'absence de point de référence visuel, il est assez difficile d'observer ce phénomène. La longueur des traces laissées varie, certaines traces pouvant être très longues. Effectivement, la plus longue trace laissée par

les roches à ce jour est celle de la roche nommée *Diane*. Celle-ci est la grande championne de la course, laissant son plus proche concurrent à plus de 100 mètres derrière elle. *Diane* a parcouru une distance totale de 880,73 mètres. Par comparaison, cette distance équivaut à environ 9 terrains de football. Tout porte à croire que, dans leur histoire, *Diane* ainsi que bien d'autres roches ont voyagé sur de plus grandes distances. Malheureusement, les traces des roches ne sont pas permanentes et s'effacent avec le temps, notamment à cause de l'érosion.



FIGURE 3 Vue rapprochée d'une roche et de sa trace, alors que la zone est asséchée.

Source : Dennis Flaherty/Alam. [Consulté le 18 mars 2015].

Disponible : [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Racetrack_Playa_\(Pirate_Scott\).jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Racetrack_Playa_(Pirate_Scott).jpg)

RÉFÉRENCES :

- Richard Norris. [En ligne]. Scripps Institution of Oceanography UC San Diego. [Modifié le 27 août 2015; Consulté le 17 mars 2015]. Mystery Solved: "Sailing Stones" of Death Valley Seen in Action for the First Time. Disponible : <https://scripps.ucsd.edu/news/mystery-solved-sailing-stones-death-valley-seen-action-first-time>
- Phillip F. Schewe. [En ligne]. Physorg. [Modifié 17/02/2011; Consulté le 10 mars 2015]. Ice offers possible explanation for Death Valley's mysterious 'self-moving' rocks. Disponible : <http://phys.org/news/2011-02-ice-explanation-death-valley-mysterious.html>
- Alexandra Witze. 'Wandering stones' of Death Valley explained. Nature. [En ligne]. Août 2015. [Consulté le 10 mars 2015]; Disponible : <http://www.nature.com/news/wandering-stones-of-death-valley-explained-1.15773>

REQUIEM POUR LES ABEILLES

Par Julien Merleau-Bourassa, Laurence Leduc et Anne-Sophie Lemay

Un affreux génocide perdure depuis de nombreuses années, et ce, dans l'indifférence générale. Ses conséquences sur l'humanité seront terribles. En effet, les abeilles meurent en grand nombre à cause de l'usage intensif de pesticides. Quelles en seront les conséquences?

De plus en plus d'études scientifiques démontrent que l'usage de certains pesticides provoque la mort de colonies entières d'abeilles et de nombreuses autres conséquences. Malgré ce constat alarmant, les agriculteurs persistent à utiliser sans cesse davantage de pesticides. Mais pourquoi? Un des avantages justifiant l'usage de pesticides est leur large spectre d'efficacité et leur systémicité forte, c'est-à-dire que le produit demeure actif longtemps après son application. Aussi, la facilité d'utilisation de tels pesticides les rend attrayants pour les agriculteurs. Le consommateur a aussi sa très grande part de responsabilité. En effet,

en exigeant des produits exempts de défauts, il oblige l'agriculteur à mettre tout en œuvre pour les lui fournir. Une prise de conscience des agriculteurs est donc souhaitable, mais inutile sans une prise de conscience collective des consommateurs quant à leurs exigences démesurées pour des denrées à l'apparence parfaite. Malheureusement, puisque l'usage intensif de ces pesticides ne diminue pas avec les années, nous sommes obligés de nous questionner sur l'avenir des populations d'abeilles dans le monde.

Les principaux pesticides utilisés par les agriculteurs sont les néonicotinoïdes, les DTC et le maïs BT. Ceux-ci ne sont pas sans risque pour les pollinisateurs. En effet, ils agissent tous de manières différentes sur l'organisme, mais au bout du compte, ils provoquent tous le même effet : la mortalité chez l'abeille. Les néonicotinoïdes et les DTC modifient



FIGURE 1 Les pesticides utilisés dans la culture du maïs sont responsables de la mort en masse d'abeilles. Source : Image réalisée par Anne-Sophie Lemay.

le comportement des abeilles en affectant leur système nerveux. On assiste à une baisse de la performance cérébrale. En ce qui concerne le maïs BT, ses toxines affectent l'intestin, ce qui mène à la prolifération de bactéries nocives pour une abeille. Tous ces produits peuvent expliquer la hausse de mortalité chez les abeilles.

Pour comprendre les conséquences de la disparition à long terme des abeilles sur l'écosystème, il faut avant tout connaître le rôle et la place écologique de celles-ci dans leur environnement.

Les abeilles entretiennent une relation de mutualisme depuis très longtemps avec les angiospermes, c'est-à-dire les plantes à fleurs. Le mutualisme est une relation entre deux espèces distinctes dans laquelle chaque espèce retire des bénéfices. Pour arriver à cet équilibre, les angiospermes et les abeilles ont subi un long processus d'évolution et de sélection naturelle qui a permis à ces deux espèces de survivre et de cohabiter.

Les angiospermes, qui représentent 90 % des végétaux, nécessitent la pollinisation d'insectes pour se reproduire par les graines contenues dans leurs fruits. En échange de la pollinisation, les fleurs, qui sont biologiquement faites pour attirer les pollinisateurs par leurs couleurs attrayantes, offrent aux insectes du nectar à haute valeur nutritive.

Puisque les abeilles sont nécessaires à la reproduction de producteurs primaires, leur disparition perturbera toute la chaîne alimentaire, provoquant une cascade d'évènements tous plus dramatiques les uns que les autres.



FIGURE 2 Pollinisation d'un angiosperme par une abeille. Source : Severnjc, A European honey bee collects nectar, while pollen collects on its body [Image en ligne]. Consulté le 13 avril 2015, Disponible : http://en.wikipedia.org/wiki/Pollination#/media/File:European_honey_bee_extracts_nectar.jpg

Les abeilles, responsables de 16,6 % de la reproduction des angiospermes, dépendent du nectar pour combler leurs besoins nutritifs.

La pollinisation par les abeilles comporte plusieurs avantages pour les angiospermes. On peut s'en apercevoir en observant l'intérieur même des fruits pollinisés. Une étude menée par le *Centre suisse de recherche apicole* le démontre. Deux vergers de pommes de la variété *Golden Delicious* ont été soumis à des conditions différentes : le verger abritant plusieurs colonies d'abeilles récoltait des pommes qui contenaient plus de pépins, comparativement au verger à une distance de plus de 500 mètres d'une colonie d'abeilles. Des phénomènes semblables s'observent également dans la production de groseilles et de fraises. Les fruits, qui contiennent plus de graines, sont plus gros, plus symétriques, se conservent plus longtemps et ont une chair de meilleure qualité.

Puisque les abeilles sont nécessaires à la reproduction de producteurs primaires, leur disparition perturbera toute la chaîne alimentaire, provoquant une cascade d'évènements tous plus dramatiques les uns que les autres. En effet, si le nombre d'abeilles diminue graduellement, on assistera probablement à une baisse graduelle de la production de fruits. Puisque les fruits produisent moins de graines lorsqu'ils ne sont pas pollinisés, les populations de ce type de plantes diminueraient puisqu'elles se reproduiraient moins.

Les plantes et les fruits sont des producteurs primaires qui synthétisent des molécules organiques, par exemple des glucides, à partir de l'énergie du soleil. Ils sont ensuite mangés par des hétérotrophes, c'est-à-dire des herbivores ou des omnivores, tels que les humains. Ces organismes se nourrissent des producteurs primaires pour obtenir les nutriments qu'ils ne sont pas capables de synthétiser eux-mêmes. Si la diversité et la quantité de producteurs primaires diminuent, les ressources nécessaires à la survie de plusieurs consommateurs de premier ordre vont diminuer, ce qui va augmenter la compétition entre espèces. Celles-ci ne peuvent pas partager la même niche écologique. Il y aura alors une espèce mieux adaptée qui va dominer l'autre et éventuellement la mener à sa disparition locale. Ce phénomène se nomme l'exclusion compétitive. La diminution des consommateurs de premier ordre nuira aux consommateurs de deuxième ordre qui sont carnivores puisque leurs ressources diminueront également. Nous, les humains, sentirons également les effets de cette disparition tragique dans notre alimentation puisque 35 % de celle-ci repose sur la pollinisation par les insectes.

Un paradoxe réside dans notre mode de vie capitaliste. Ce système économique exige toujours une hausse de la production afin de renflouer les coffres. La pression que met ce système économique sur l'agriculture pourrait avoir de graves conséquences sur l'environnement allant jusqu'à détruire l'équilibre de notre écosystème. Si les abeilles disparaissent, ce sera toute la structure trophique qui sera touchée et l'homme ne sera pas épargné.

RÉFÉRENCES :

- DBpedia. [En ligne]. Food and Agriculture Organization of the United Nations. [Consulté le 6 mars 2015]. Disponible : <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=FR2014016133>
- Reece, Urry, Cain, Wasserman, Minorsky, Jackson. Campbell, Biologie. 4^e édition. Montréal. ERPI SCIENCE. 2012
- Peter Fluri, Anne Pickhardt, Valérie Cottier, Jean-Daniel Charrière, Agroscope Liebefeld-Posieux, Centre suisse de recherche apicole, CH-3003 Bern. La pollinisation des plantes à fleurs par les abeilles-Biologie, Écologie, Économie.(en ligne). Année de publication (2001).
- Muséum national d'Histoire naturelle et de l'Office pour les insectes et leur environnement, Fondation Nature & Découvertes, Fondation Nicolas Hulot pour la Nature et l'Homme. [En ligne]. Spilpoll. [Consulté 2015-03-05]. Disponible : <http://www.spipoll.org/la-pollinisation/la-fleur-la-pollinisation-et-les-insectes>

AU CLAIR DE LA LUNE...

Par Bianka Gautreau, Anne-Sophie Lemay et Marie-Pier Mathieu

Les soirs où la Lune brille au-dessus de nos têtes, elle nous révèle un sublime spectacle. Mais que savons-nous de l'origine de cet astre qui illumine nos nuits?

Même si la Lune est l'objet céleste le plus observé et étudié depuis le début de l'humanité, son origine reste toujours un mystère aux yeux des scientifiques. Plusieurs théories ont été émises au sujet de la création de la Lune, mais une seule domine parmi les chercheurs : la théorie du grand impact!



FIGURE 1 Reconstitution de la théorie du grand impact : Collision entre Théia et la protoTerre.

Source : NASA/JPL-Caltech. Planetary Smash-Up.

[Consulté le 2 avril 2015].

Disponible : http://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_1454.html

Antérieurement, plusieurs scientifiques ont tenté d'expliquer l'origine de la Lune en proposant plusieurs théories, telles que la théorie de la fission. Cette théorie suggérée par George Darwin en 1878 prétend que la Lune serait un morceau arraché à la Terre par la force centrifuge grâce à sa grande vitesse de rotation. Vers les années 1970, Neil Alden Armstrong et ses coéquipiers, les premiers hommes à poser les pieds sur la Lune, permirent, durant la mission *Apollo*, de récolter des données importantes. Ces données ont amené les chercheurs à réfuter les théories précédentes et à adopter la théorie du grand impact. Deux équipes, formées respectivement de William K. Hartmann et Donald R. Davis ainsi que Alistair G. W. Cameron et William R. Ward, sont les créatrices de cette théorie. Cette théorie basée sur des données de la mission *Apollo* suggère que le système Terre-Lune

se soit créé à partir d'un impact entre un objet céleste de la taille de Mars nommé Théia et la protoTerre, c'est-à-dire la Terre à son premier stade géologique. Théia est le nom d'une déesse grecque qui aurait donné naissance à la Lune. Cet impact aurait arraché une partie de la protoTerre et aurait créé autour de celle-ci un énorme nuage de poussière provenant en majorité des fragments de la désintégration de Théia. Les fragments expulsés en orbite autour de la Terre se seraient défaits de toutes leurs substances volatiles, telles que les gaz à faible densité parce que très chauds. Le noyau de Théia a été expulsé dans l'espace ou a fusionné avec celui de la Terre. L'impact serait responsable de l'inclinaison de l'axe de la Terre, ce qui nous donne les saisons. La Lune résulte de l'accrétion de ces poussières, c'est-à-dire de leur agglomération, plusieurs mois plus tard.

Bien que cette théorie semble être la plus plausible, certains détails continuent d'agacer les scientifiques. Lors de leur expédition sur

la Lune, les astronautes rapportèrent des échantillons de roches lunaires. Les scientifiques s'attendaient à trouver des roches ayant subi un fractionnement isotopique, c'est-à-dire un mécanisme qui modifie les proportions des isotopes pour un même élément, ce qui ne fut pas le cas. En effet, puisque la Lune s'est formée en un choc violent, sa surface en fusion aurait dû vaporiser les substances volatiles.

En d'autres mots, les roches lunaires auraient dû contenir une proportion beaucoup plus faible des isotopes légers et une plus grande quantité d'isotopes lourds. Les chercheurs restèrent dans le doute jusqu'en 2012 lorsqu'une recherche publiée dans la revue *Nature* par Frédéric Moynier, a permis de confirmer un fractionnement isotopique. En effet, l'étude comparative de plusieurs roches provenant de la Terre, de Mars et de météorites avec des roches basaltiques (volcaniques) lunaires confirme que ces dernières contiennent une proportion plus élevée de zinc lourd.

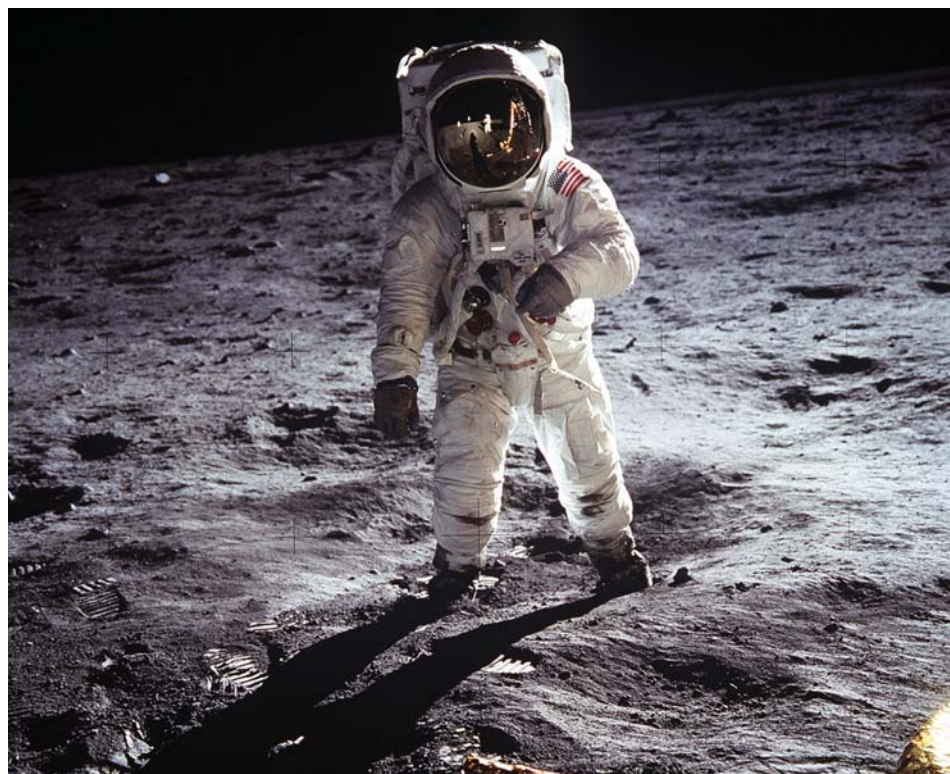


FIGURE 2 Mission d'Apollo en 1969. Source : Neil A. Armstrong. Buzz Aldrin on the Moon. 20 juillet 1969. [Consulté le 2 avril 2015]. Disponible : <http://grin.hq.nasa.gov/ABSTRACTS/GPN-2001-000013.html>

Puisque la Lune s'est formée en un choc violent, sa surface en fusion aurait dû vaporiser les substances volatiles.

Le zinc est un élément régulièrement utilisé pour reconstituer le passé des planètes puisqu'il peut subir un grand fractionnement isotopique. Lorsque les chercheurs ont analysé les roches basaltiques de la Lune, ils se sont rendu compte qu'elles étaient grandement enrichies en zinc lourd et que la concentration de zinc sur la Lune était beaucoup plus faible que sur la Terre ou sur Mars. La composition des roches terrestres et martiennes ressemble davantage aux chondrites, des météorites pierreuses, qu'aux roches lunaires. Leur proportion de zinc est

similaire, voire identique, ce qui suggère que la proportion de zinc dans le système solaire était à l'origine répartie uniformément. Lorsque la Lune s'est formée à la suite du grand impact, la température était tellement élevée que le zinc s'est évaporé, entraînant un fractionnement isotopique expliquant la faible quantité de zinc léger sur la Lune. Sur la Terre, l'activité volcanique n'a pas été aussi puissante, il n'y a pas eu évaporation ni fractionnement du zinc comme sur la Lune. Cette importante recherche vient renforcer la théorie du grand impact, qui reste, à ce jour, la plus acceptée dans la communauté scientifique.

Pour la Terre, la Lune a une très grande importance sur son évolution et sa formation. En effet, lorsque la Lune s'est formée, selon la théorie du grand impact, elle était une grosse boule de magma. Cette théorie stipule également que la Lune était très proche de la Terre à cette époque et l'effet de marée qu'elle provoquait sur celle-ci était beaucoup plus grand. Ces deux caractéristiques de la Lune ont fait en sorte d'augmenter les activités des océans de magma sur la Terre. Ce mouvement du

magma est responsable de la formation de la croûte terrestre sur laquelle nous vivons. La Lune aide également la Terre à conserver l'angle de son axe. En effet, si la lune n'était pas là, l'axe de la Terre se déplacerait, comme le fait celui de Mars, à cause de l'influence gravitationnelle des autres planètes du système solaire. Cela fait en sorte que les climats sur la Terre sont stables. À long terme, cela a permis l'évolution de milliers d'espèces bien adaptées à leur environnement, dont l'être humain.

RÉFÉRENCES :

- Bernard Foing. *Astrobiology Magazine*. [En ligne] If we had no moon. Publié le 29 octobre 2009. [Consulté le 12 mars 2015]. Disponible : <http://www.astrobio.net/topic/exploration/moon-to-mars/if-we-had-no-moon/>
- Pierre Thomas. *Planète Terre, Éduscol*. [En ligne]. L'origine de la Lune. Publié le 21 septembre 2012. [Consulté le 12 mars 2015]. Disponible : <http://planet-terre.ens-lyon.fr/article/origine-Lune.xml>
- Marie-Christine de La Souchère. *La Lune est-elle fille de la Terre? La Recherche*. [En ligne]. Numéro 472, Février 2013 p.92. [Consulté le 03/12/15]. Disponible : <http://www.larecherche.fr/mensuel/472/lune-est-elle-fille-terre-01-02-2013-97578>
- Randal C. Paniello, James M. D. Day, Frédéric Moynier. Zinc isotopic evidence for the origin of the Moon. *Nature*. [En ligne]. Vol 490, 18 octobre 2012. [Consulté le 15 mars 2015]. Disponible dans Ebsco.

LES EFFETS DE LA VITAMINE C : MYTHE OU RÉALITÉ ?

Par Laurence Besner et Émilie Turcotte

Connaissez-vous le scorbut, cette horrible maladie qui a fait tant de ravages en mer aux 14^e et 15^e siècles? Si vous êtes en train d'imaginer une personne saignant des gencives et à l'article de la mort, nous pensons bien à la même chose. Le remède miracle pour ce fléau est la vitamine C, mais cette fantastique molécule a bien d'autres avantages à nous procurer.

Tout d'abord, la vitamine C, ou acide ascorbique, est une molécule organique nécessaire au métabolisme des humains. La formule moléculaire est la suivante : $C_6H_8O_6$. Cependant, notre corps est incapable de la synthétiser pour assurer notre survie. Nous devons donc compenser cette lacune par l'alimentation. Puisque le corps humain est incapable de la stocker, nous devons en consommer sur une base régulière, car tous les surplus sont éliminés dans les urines. On la retrouve principalement dans les agrumes, les fraises, les kiwis, les légumes verts à feuilles, etc.

Sans vraiment connaître le scorbut, les Vikings savaient déjà comment l'éviter. En effet, ceux-ci emportaient avec eux en mer du miel et des pommes, qui sont deux sources de vitamine C. Ils évitaient donc tous les effets associés au scorbut, tels que des maux de tête, une perte de poids marquée, la perte de dents, des hémorragies buccales ainsi qu'une prédisposition aux infections. Bref, ils évitaient la mort qu'une carence prolongée en vitamine C aurait pu provoquer.

La découverte de cette vitamine en Europe par un médecin anglais nommé James Lind remonte aux années 1740. Sans l'avoir réellement trouvée, c'est lui qui fut le premier à faire le lien entre cette vitamine et la prévention de certaines maladies. Lind se trouvait à bord d'un bateau de la flotte britannique et devait surveiller l'état de santé des matelots partis en mer depuis plusieurs mois. En voyant les symptômes des marins, il soupçonnait que

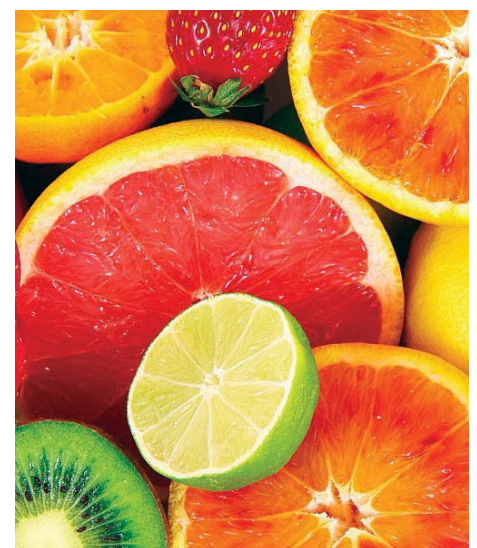


FIGURE 1 Sources principales de vitamine C. Source : Cardonna, Pascal. Concentré d'agrumes : le plus puissant des carburants. [Image en ligne] 24 novembre 2012 [Consulté le 3 avril 2015] Disponible : <https://www.flickr.com/photos/pascalcardonna/8214181402/>

leur état de santé était lié à leur alimentation. Il les a donc soumis à des régimes alimentaires différents basés sur le vinaigre, le cidre, l'ail, le jus de citron, l'acide sulfurique ou l'eau de mer. Après une semaine seulement, seuls les patients ayant reçu du jus de citron se portaient mieux. En 1753, le docteur Lind prouva expérimentalement le rôle curatif et préventif des citrons et des oranges contre le scorbut. Cependant, Lind ignorait quelle substance dans ces aliments jouait ce rôle.

Le chimiste Szent-Györgyi fut le premier à isoler cette vitamine à laquelle il donna le nom d'« ignose », car il croyait que c'était un sucre. Finalement, il changea à nouveau le nom pour « acide ascorbique » afin de faire référence à son effet contre cette maladie.

Elle a été synthétisée à partir du D-glucose, en 1933, par Tadeusz Reichstein. Le D signifie que le groupement -OH sur le premier carbone en partant du bas de la molécule (si la fonction cétone ou aldéhyde est en haut) est à droite. Il faut partir de la molécule de D-glucose et ajouter de l'hydrogène (H₂) avec du nickel afin de transformer l'aldéhyde en alcool. Ensuite, on met en contact la molécule avec des acétobactères, des bactéries qui transforment un alcool spécifique en cétone. Puis, il y a deux façons de procéder. La première est de mettre de l'oxygène avec un catalyseur, le platine, afin de transformer l'alcool du haut en acide. La deuxième manière est de former des groupes protecteurs avec un acide (H⁺) et des cétones, ce sont des cycles à 5 ou 6 atomes avec deux fonctions éther, puis d'ajouter du KMnO₄ afin de transformer l'alcool en acide carboxylique. Ensuite, on prend la molécule obtenue et on déshydrate pour cycliser le tout (figure 2).

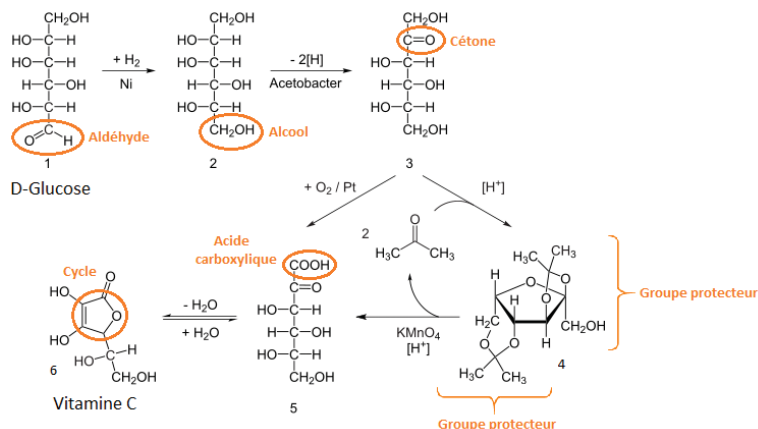


FIGURE 2 La voie de synthèse de la vitamine C à partir du D-Glucose.

Source : Yikrazuul. Synthèse de l'acide ascorbique. [Image en ligne] 8 octobre 2008 [Consulté le 7 avril 2015]

Disponible : http://fr.wikipedia.org/wiki/Proc%C3%A9d%C3%A9_Reichstein

Les modifications apportées par Laurence Besner et Émilie Turcotte à cette image sont les mises en évidence de couleur orange ainsi que les noms des molécules.

En 1753, le docteur Lind prouva expérimentalement le rôle curatif et préventif des citrons et des oranges contre le scorbut.

La vitamine C est un des nutriments les plus étudiés dans le domaine scientifique. En effet, cette vitamine est analysée depuis plus d'un siècle et le nombre d'articles scientifiques publiés mentionnant cette vitamine est estimé à environ 100 000. Malgré toutes ces études, elle demeure une des substances dont les applications pratiques sont des plus ignorées. C'est probablement la principale raison de l'existence de plusieurs mythes entourant ses bienfaits.

La vitamine C réduit les risques de cancer : mythe ou réalité?

Les antioxydants sont des substances qui sont en partie produites par le corps et qui peuvent aussi être fournies par plusieurs produits de notre alimentation. Parmi ceux-là, on retrouve plusieurs vitamines, dont les vitamines A, E et C. En fait, la vitamine C est le principal agent antioxydant du corps. La vitamine C permet de protéger l'organisme contre les radicaux libres en combattant les altérations provoquées par leur excès dans les cellules. Les radicaux libres produits par l'organisme peuvent présenter

un danger pour ce dernier à cause de leur très grande instabilité. Ils peuvent causer des cancers en s'attaquant aux cellules en oxydant leur membrane, en inactivant des enzymes et en causant des dommages aux molécules d'ADN. C'est pourquoi l'effet antioxydant de la vitamine C est une bénédiction.

La vitamine C guérit le rhume : mythe ou réalité?

On entend souvent dire que la prise de vitamine C diminuerait les symptômes du rhume et qu'elle pourrait même le prévenir et le guérir complètement, mais est-ce vraiment le cas? Selon l'analyse de 29 études réalisées sur un total de 11 000 participants, on a pu prouver que la prise de vitamine C n'aurait aucun lien avec la prévention du rhume. Autrement dit, la consommation de vitamine C n'a pas d'impact direct sur le nombre d'épisodes de rhume. Toutefois, elle n'est pas complètement inutile, car elle permet d'en réduire légèrement la durée et les symptômes. En effet, la prise de vitamine C pourrait en réduire la durée d'une demi-journée. L'hypothèse selon laquelle cette vitamine guérirait le rhume est donc un mythe.

La vitamine C accélère la cicatrisation : mythe ou réalité?

De plus, cette vitamine joue un rôle primordial dans la formation du collagène et stimule la régénération cellulaire. C'est une protéine importante qui aide à la formation du tissu conjonctif de la peau, des ligaments et des os. Cela lui confère donc la propriété d'accélérer les délais de cicatrisation et de préserver la santé des ligaments, des tendons et des gencives. L'hypothèse selon laquelle cette vitamine accélérerait la cicatrisation est donc une réalité.

En somme, la vitamine C procure de nombreux bienfaits dont certains sont encore méconnus. En plus de tout ce qui a été mentionné, elle offre beaucoup d'autres bienfaits étonnants. Elle aiderait à renforcer les défenses immunitaires, diminuerait le risque de maladies cardiovasculaires, préviendrait la formation de cataractes et aiderait les personnes souffrant d'asthme.

RÉFÉRENCES :

- Le Couteur Penny, Burreson Jay. Napoleon's Buttons 17 molecules that changed history. New York: Paperback edition; 2003 p.36-53.
- Dubost Mireille, Watiez Marie. La nutrition. 3^e édition. Montréal : Chenelière Éducation; 2006, p.141-164.

TROUS NOIRS : DE PROFONDS MYSTÈRES !

Par Kellie Beaulieu, Bianca Ducas-Pouliot et Catherine Lanthier

Des objets d'une densité infinie se cachent dans les confins de l'espace. Ces mystères de l'univers, bien qu'ils soient pratiquement invisibles, ont une grande influence sur ce qui les entoure. Démystifions ces monstres du cosmos : les trous noirs.

À ce jour, plusieurs scientifiques nient encore leur existence tandis que d'autres travaillent d'arrachepied afin d'en découvrir plus sur ces gouffres de l'univers.

Qu'est-ce qu'un trou noir ?

Qu'ils soient stellaires, supermassifs, primordiaux ou encore intermédiaires, les trous noirs se caractérisent tous par une masse excessivement grande et une forte densité. Ils sont, autrement dit, très compacts et massifs, ce qui leur procure une force d'attraction gravitationnelle qui aspire tout sur leur passage.

Mais comment se forme un tel objet ? Pour un trou noir de type stellaire, tout commence par la mort d'une étoile. C'est lors de la mort des étoiles massives, dont la masse est supérieure à 3 masses solaires, que se forme ce type d'objet. En fait, lorsqu'une étoile massive est sur le point de mourir, après avoir épuisé sa source d'énergie, elle s'effondre sous l'effet de sa propre gravité, entraînant ainsi la formation d'un trou noir stellaire.

Pour ce qui est des trous noirs supermassifs, ils sont formés au même moment que la galaxie dont ils habitent le centre. Nous retrouvons en effet au centre de notre galaxie un trou noir supermassif : Sagittarius A* (prononcé « Sagittarius A-étoile »). Les trous noirs primordiaux, quant à eux, ont été créés sous forme de micro trous noirs, au même moment que l'Univers. Toutefois, ces derniers sont venus à disparaître au fil du temps. Quant aux trous noirs intermédiaires, leur existence n'a jamais été prouvée, mais ils résulteraient de l'union de plusieurs trous noirs.

Nous pouvons distinguer plusieurs parties d'un trou noir. Tout d'abord, en orbite autour de celui-ci, se trouve un *disque d'accrétion*, formé de gaz et de poussières surchauffés. Lorsque cette matière est engouffrée par le trou noir, des jets de matière émettant

des rayons X sont produits aux pôles de celui-ci. Finalement, à l'intérieur d'une certaine distance, qui dépend de la masse des trous noirs, rien ne peut s'échapper de ces aspirateurs géants. Cette distance est appelée l'*horizon des événements*.

La déformation de l'espace-temps

Voyons maintenant comment s'explique la force de gravité exercée par ce type d'objet. Selon la théorie de la relativité générale d'Albert Einstein, l'attraction gravitationnelle qu'exerce un trou noir serait causée par sa forte perturbation de l'espace-temps. Effectivement, selon Einstein, il existerait une quatrième dimension, le temps, et celle-ci, étant reliée aux trois dimensions de l'espace, permettrait d'expliquer les effets de l'attraction exercée par les corps massifs.

À vrai dire, lorsqu'on introduit un corps assez massif à l'intérieur de l'espace-temps, par exemple le Soleil (figure 1a), l'espace-temps se courbe sous l'effet de la masse de ce corps, un peu comme si l'on mettait une balle sur un morceau de tissu retenu au-dessus du vide. Cette courbure serait à l'origine, entre autres, du mouvement des planètes en orbite autour de leur étoile. Les trous noirs, étant donné leur masse énorme, créent une courbure très prononcée dans l'espace-temps, comme le montre la figure 1b. Lorsque les objets passent à une certaine distance d'un trou noir, la courbure devient tellement grande qu'ils sont inévitable-

ment attirés vers le trou noir et « tombent » dans ce puits de l'espace-temps. Il est alors impossible d'échapper à son attraction !

Un autre phénomène impressionnant de la courbure de l'espace-temps est son effet sur l'écoulement du temps. En effet, le temps s'écoule moins vite à un endroit où l'espace-temps est courbé qu'à un endroit où il ne l'est pas. Des courbures relativement petites, comme celle causée par la Terre, ont une influence minimale sur l'écoulement du temps. Par contre, un trou noir crée une énorme courbure et a, par le fait même, un très grand effet sur l'écoulement du temps. Par exemple, une minute passée près de l'horizon des événements de Sagittarius A* équivaut à un millénaire sur la Terre !

Selon la théorie de la relativité générale d'Albert Einstein, l'attraction gravitationnelle qu'exerce un trou noir serait causée par sa forte perturbation de l'espace-temps.

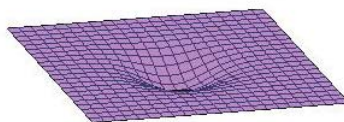


FIGURE 1A Approximation de la déformation de l'espace-temps causée par le Soleil.
Source : Graphique créé par les auteurs.

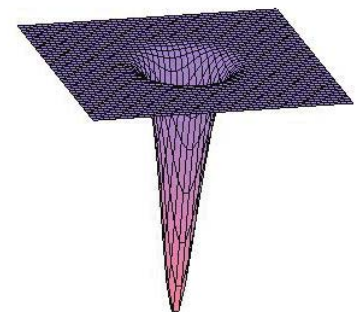


FIGURE 1B Approximation de la déformation de l'espace-temps causée par un trou noir.
Source : Graphique créé par les auteurs.



FIGURE 2 Simulation d'un trou noir et du jet lumineux qu'il expulse.
 Source : WIKIMEDIA COMMONS. File : PIA16695-BlackHole-Corona-20130227.jpg [en ligne], Consulté le 10 avril 2015 <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/89/PIA16695-BlackHole-Corona-20130227.jpg>

Repérer l'invisible

Les trous noirs comptent parmi les objets les plus difficiles à détecter de l'Univers. En effet, bien qu'ils soient extrêmement massifs, les trous noirs sont très petits. Un trou noir qui aurait la masse du Soleil n'aurait un diamètre que de 6 km, soit environ 200 000 fois plus petit que celui du Soleil! Leur détection n'est donc pas facilitée, d'autant plus que les trous noirs, comme leur nom l'indique, sont noirs : ils n'émettent aucune lumière. Celle-ci est

capturée par le puissant champ gravitationnel de ces objets massifs. Ainsi, un trou noir est pratiquement impossible à observer, c'est pourquoi les astrophysiciens en sont réduits à détecter les signes indiquant la présence d'un trou noir plutôt que le trou noir en tant que tel. En effet, les répercussions d'un trou noir dans l'Univers ne passent pas inaperçues.

Tout d'abord, lorsque la matière du disque d'accrétion se rapproche du trou noir, elle est comprimée et échauffée jusqu'à en émettre un spectre lumineux, celui-ci pouvant alors être observé. De plus, une partie de la matière aspirée peut se retrouver accélérée à un tel point qu'elle est expulsée du trou noir sous forme d'un jet de matière énergétique d'une luminosité très intense. Ces jets sont en fait à l'origine de phénomènes lumineux qui ont pu être captés par certains télescopes. Pour ensuite confirmer la présence d'un trou noir à un endroit, il est aussi possible d'observer la trajectoire des objets en orbite autour de cette zone. Par exemple, certaines étoiles de la Voie lactée suivent une étrange trajectoire : à une vitesse de l'ordre des 16 millions de

kilomètres par heure, elles effectuent un virage de presque 180° autour du centre de notre galaxie! Ce phénomène ne peut s'expliquer que par la présence d'un objet extrêmement massif : un trou noir.

Trous noirs et Big Bang

Finalement, bien que les trous noirs soient des objets d'une grande complexité, ceux-ci pourraient permettre d'expliquer un phénomène encore plus complexe : le Big Bang. En effet, certains trous noirs, soit les trous noirs primordiaux, ont été créés au moment de la formation de l'Univers. Une meilleure compréhension des trous noirs pourrait nous permettre de mieux comprendre le phénomène à l'origine de l'Univers. À suivre...

RÉFÉRENCES :

- Villeneuve Benoît, Séguin Marc. *Astronomie et Astrophysique*, 2^e éd. Montréal : Éditions du Renouveau Pédagogique Inc; 2002.
- Finkel Michael. *Et si notre univers avait été créé par un trou noir?* National Geographic. 2014; Mars : 26-37.
- Broderick Avery, Loeb Abraham. *Portrait d'un trou noir*. Pour la Science. 2010; no389 : 42-49.

L'ÉLECTRON, INSAISSISSABLE PARTICULE!

Par Caroline Dionne et Alexa Laplante

À l'aide de la mécanique quantique, une branche de la physique, il est possible de connaître la probabilité de trouver l'électron dans un atome. Comprendre les propriétés associées à ces probabilités permet d'entrevoir des applications quantiques très intéressantes.

C'est en 1926, grâce à Max Born, que les premières interprétations probabilistes virent le jour. Il associa l'onde de probabilité aux mouvements ondulatoires des particules. Puis, grâce à la découverte de la nature ondulatoire de l'électron par Louis de Broglie, Erwin Schrödinger mit au point une équation célèbre : $H\Psi = E\Psi$. Elle permet de comprendre la nature de l'électron et de suivre son évolution autour du noyau de l'atome pour des niveaux d'énergie prédéterminés. Il est alors possible de calculer la probabilité de trouver l'électron à un endroit donné pour une région de l'espace à un temps spécifique.

C'est ainsi que la physique quantique se distingue d'une étude plus classique de la matière. En effet, la première s'évertue à étudier ou quantifier la fonction d'onde, ($\Psi = \Psi(\vec{r}, t)$) alors que la seconde étudie le mouvement. La fonction d'onde permet de calculer la probabilité de certaines caractéristiques d'une particule, comme sa position ou son énergie. C'est l'une des équations fondamentales de la mécanique quantique. Ψ (Ψ), un nombre complexe, est représentable graphiquement par un segment de droite nommé « vecteur ». La longueur de celui-ci, autrement dit le module du nombre complexe, lorsque mise au carré puis placée dans une intégrale, donne une probabilité. Au niveau collégial, en cours de calcul intégral, il est enseigné que le résultat d'une intégrale peut représenter l'aire sous la courbe de la fonction étudiée. Lorsque le total de cette aire est de 1, il est possible de conclure que l'intervalle qui nous intéresse est

La fonction d'onde permet de calculer la probabilité de certaines caractéristiques d'une particule, comme sa position ou son énergie.

associé à une loi de probabilité : on dit alors que la fonction est normalisée. Dans une mise en situation concrète, nous pourrions alors nous intéresser à la probabilité d'intercepter l'électron d'un atome d'hydrogène à l'état fondamental pour une distance r autour du noyau. La fonction d'onde est donnée par :

$$\Psi_0(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}} e^{-\frac{r}{a_0}}$$

où a_0 est la distance (par rapport au centre) où la probabilité de trouver l'électron est maximale!

L'utilisation de ces équations laisse place à des calculs complexes et des résultats intéressants.

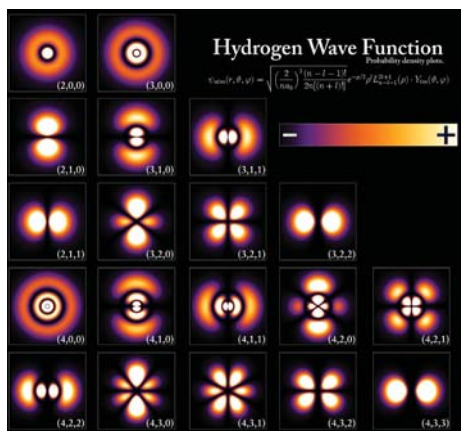


FIGURE 1 Pour différents niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène : à l'aide de l'équation de la fonction d'onde on obtient la probabilité de trouver l'électron, qui est plus élevée aux endroits plus brillants. Source : Poorleno. Hydrogen Density Plots. [Image en ligne]. 17 août 2008 [Consulté le 9 avril 2015]. Disponible : http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hydrogen_Density_Plots.png

Ceux-ci sont surprenants puisque l'obtention d'une valeur mène à la disparition de tout autre état possible de la particule étudiée. La probabilité de trouver un électron hors d'une distance r de l'atome d'hydrogène devient nulle lorsque l'électron est d'abord décelé à l'intérieur de cette distance, bien que cette position ne soit déterminée que par une probabilité. Ce phénomène étrange porte le nom « d'effondrement » de la fonction d'onde et est plus aisément représenté par l'analogie du fameux chat de Schrödinger (figure 2). Supposons ce dernier enfermé dans une boîte contenant une fiole de gaz mortel ainsi qu'une substance radioactive. Lorsque le niveau de radioactivité atteint un certain seuil, un détecteur enclenche l'abaissement d'un marteau, fracassant la fiole et libérant le gaz mortel. Si les probabilités que le chat vive ou meure sont respectivement de 50 %,

il nous est alors impossible de savoir l'état du chat lorsque nous ne faisons que regarder la boîte sans soulever le couvercle. Effectivement, il est possible qu'il soit mort ou vivant. Cependant, lorsque nous soulevons le couvercle, nous éliminons un des deux états : s'il est vivant, alors bien évidemment il n'est pas mort et vice versa.

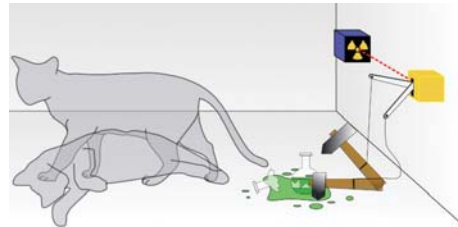


FIGURE 2 Schéma de l'expérience du chat de Schrödinger. Source : Dhatfield. Schrodingers cat. [Image en ligne]. 26 Juin 2008 [Consulté le 10 avril 2015]. Disponible : http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Schrodingers_cat.svg

Observer le chat dans la boîte conduit donc à la destruction de l'un des deux états, exactement comme lorsqu'on détermine la position d'une particule. C'est d'ailleurs ce double état préobservatoire qui est utilisé pour fabriquer des ordinateurs quantiques. En effet, les physiciens utilisent cette propriété de l'électron pour conceptualiser des ordinateurs dont la rapidité de traitement de l'information sera considérablement augmentée comparativement aux ordinateurs d'aujourd'hui.

La complexité de la physique quantique ne s'arrête pas là : tel que mentionné plus tôt, l'étude de la fonction d'onde est en partie possible grâce à la dualité onde-particule de la matière. Cette nature ambivalente lui permet d'adopter des comportements à la fois corpusculaires et ondulatoires. L'adoption d'un comportement dépend de l'objet et varie selon le type de mesures effectuées. Effectivement, avant l'observation directe de l'électron dans l'atome d'hydrogène, la particule est caractérisée par sa fonction d'onde, aussi appelée « onde de probabilité » ou encore « paquet d'ondes ». Le comportement de la particule est alors décrit par un mouvement ondulatoire indéfini qui s'étend dans l'espace-temps, et ce, dans les limites préétablies de l'atome. Par contre, lorsqu'on effectue une mesure, la particule observée possède alors une probabilité sur un d'intervalle de position.

Le meilleur exemple pour démontrer la dualité onde-particule de la matière est l'expérience de Young avec la lumière : celle-ci est filtrée par deux fentes de largeur comparable

à sa longueur d'onde et séparées par une certaine distance. Une fois que l'onde lumineuse traverse les fentes, il se produit une réduction du paquet d'ondes, c'est-à-dire un effondrement de la fonction d'onde. Les photons, les particules composant la lumière, sont alors répartis sur l'écran à des intervalles de position ou points d'interférence (figure 3), mais pré-déterminés par les probabilités de la fonction d'onde (Ψ).

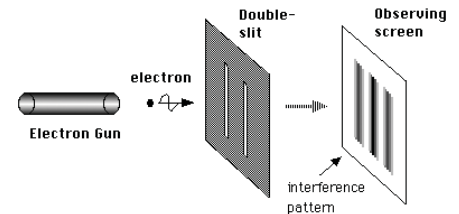


FIGURE 3 Schéma de l'expérience des fentes de Young utilisant des électrons; la même expérience est valable pour la lumière, car les deux se comportent comme une onde au départ. Source : NekolaNekola. Double-slit. [Image en ligne]. 16 Décembre 2005. [Consulté le 22 avril 2015]. Disponible : <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Double-slit.PNG>

Les données que nous pouvons retirer de l'étude d'une particule sont limitées : selon le principe d'indétermination de Heisenberg, il est impossible de connaître simultanément la position et la vitesse d'une particule, et ce, même de façon théorique.

Cette incapacité à déterminer les deux mesures à la fois provient de la dualité onde-particule de l'électron. Cela empêche les physiciens de tracer un portrait unifié de cette particule pour le moins fugace! C'est pourtant grâce à ces propriétés quantiques incroyables que des superordinateurs ultrarapides sont en train de voir le jour. Et ce n'est que le début!

RÉFÉRENCES :

- Jussi Eloranta. CHEM 352, Quantum chemistry [En ligne]. California State University. Printemps 2015. [Consulté le 28 mars 2015]. Disponible : <https://www.csun.edu/~jeloranta/CHEM352/ch1-examples.pdf>
- Fortin C. Université de Sherbrooke. [En ligne]. Des physiciens observent un phénomène inédit. 10 avril 2013 [Consulté le 10 avril 2015]. Disponible : <http://www.usherbrooke.ca/medias/nouvelles/recherche/recherche-details/article/21652/>
- Alice Sinatra. Introduction à la mécanique quantique [En ligne]. Septembre 2008. [Consulté le 26 mars 2015]. Disponible : <http://www.phys.ens.fr/~sinatra/cours.pdf>

LES GROTTES DE FOND EN COMBLE

Par Carina Arciero, Mia Audet et Julien Merleau-Bourassa

Ces cavités souterraines qui mystifient l'humanité depuis ses origines et qui ont servi de pouponnière aux premières civilisations vous seront expliquées dans les prochaines lignes.

Plusieurs cavités souterraines ont été découvertes par les géologues et les spéléologues, bien que la majorité d'entre elles demeurent méconnues. Ayant accueilli les premiers êtres humains, les grottes sont des milieux inusités en raison de leurs entrées secrètes presque inaccessibles. Sans que nous le sachions, des cavités pourraient se retrouver sous nos pieds, pourvu que le milieu respecte les conditions de formation. Les cavités souterraines sont formées dans le calcaire, mais on peut également retrouver des grottes formées dans les sols composés de minéraux comme le gypse, la halite et l'anhydrite, ou bien de roches comme le grès, le quartzite, le gneiss, le granite et le conglomérat. Elles constituent une richesse encore inexploitée qui vaut le détour.



FIGURE 1 Calcaire perforé. Source : Segovia, Luis Fernández García. Caliza horadada. Prádena de la Sierra, 2005 [Consulté en avril 2015]. Disponible : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/75/Piedra-horadada.jpg>

Quelle est la composition d'une cavité souterraine?

Une grotte est une salle souterraine confinée, naturelle ou artificielle, qui possède un accès. Son taux d'humidité est proche de 100 % et celui du dioxyde de carbone (CO₂) y est élevé aussi. Les cavités souterraines se forment nécessairement dans un sol de roches solubles par l'eau et les pluies généralement acides.

La plupart du temps, il s'agit de sols calcaires, faits de roches sédimentaires facilement reconnaissables grâce à leur réaction d'effervescence à l'acide et à la présence de fossiles. D'ailleurs, les calcaires sont composés de calcite (CaCO₃) à plus de 50 %. On y retrouve également de l'aragonite ou de la dolomite (CaMg(CO₃)₂). Le calcaire est une roche allochimique, puisque la désintégration de matière organique et de coquillages entre en jeu dans la formation de ces roches sédimentaires. Maintenant que nous savons qu'une cavité souterraine a besoin d'un sol propice à sa formation, observons plus en profondeur ce phénomène géologique...

Plusieurs microorganismes, très similaires à leurs congénères vivant à la surface, vivent dans les grottes, métabolisant les minéraux qu'on y retrouve.

Comment se forme une grotte?

Les grottes se sont formées principalement grâce à l'eau de pluie et aux fractures facilement ouvertes dans les roches calcaires. Les mouvements des croûtes continentale et océanique y ont créé des fissures importantes appelées « failles ». Ces fractures agissent comme des conduits pour l'eau.

L'atmosphère contient beaucoup de CO₂. L'eau de pluie va s'enrichir de ce dioxyde de carbone lors de son parcours vers le sol et à travers la couche organique du sol qui contient une grande quantité de débris de végétaux et d'animaux en décomposition. L'association de l'eau et du dioxyde de carbone va former l'acide carbonique. La corrosion pourra alors commencer : il s'agit de la dissolution de la roche calcaire par l'acide carbonique. La solution acide va s'infiltrer et remplir les fissures pour s'attaquer aux parois de la roche.

La solubilité du sol calcaire n'étant pas homogène, l'eau va entrer de plus en plus en profondeur à certains endroits, créant ainsi différents niveaux de grottes.

En plus de la corrosion, il y a de l'abrasion. En se déplaçant, l'eau se charge de débris et prend de la vitesse et de la force. Cela va accélérer la formation de la grotte en usant davantage la roche, agrandissant ses failles et ira jusqu'à ébranler sa structure. Lorsque l'eau a bien pénétré dans le sol, elle en sculpte la caverne. Il peut alors y avoir des effondrements à cause de la fragilité du plafond, créant ainsi des zones de vide : les grottes. On retrouve plusieurs concrétions impressionnantes à l'intérieur des cavités. Celles-ci sont créées par la cristallisation à partir de l'eau qui libère son excès de CO₂ et qui réagit avec les ions de calcium. Des gouttes cristallines de calcite pure apparaîtront au plafond et au sol des cavités : les fameuses stalagmites et stalactites s'installent.



FIGURE 2 Formation des dépôts de cavernes. Source : Mia Audet, dessin inspiré de Bourque P-A. [En ligne]. Planète Terre. [2010; Consulté en avril 2015]. Disponible : http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/intro.pt/planete_terre.html

Une grotte, un véritable écosystème

Les grottes sont considérées comme des milieux de vie extrêmes en raison de l'absence de lumière. Par contre, ce milieu a tendance à être relativement doux, prévisible et constant, ce qui sourit à certains êtres vivants. En effet, plusieurs microorganismes, très similaires à leurs congénères vivant à la surface, vivent dans les grottes, métabolisant les minéraux qu'on y retrouve. Ces organismes y jouent même un rôle géologique! En l'occurrence, certaines bactéries peuvent servir de catalyseurs pour les réactions de précipitation

des minéraux, c'est-à-dire qu'elles contribuent à la solidification des minéraux présents dans l'eau des parois. D'autres organismes, quant à eux, sécrètent de l'acide suffisamment concentré pour dissoudre des parois entières afin de libérer les minéraux pour leur alimentation! Qui aurait cru que la roche calcaire peut être un véritable festin?



FIGURE 3 La taille impressionnante des cristaux de gypse par rapport à celle d'un homme.
Source : Alexander Van Driessche. Fotografia de los cristales de yeso de la cueva de Naica, 2010. [Consulté en avril 2015]. Disponible : http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cristales_cueva_de_Naica.JPG

Une richesse remarquable

Les grottes constituent une richesse pour les géologues curieux d'étudier leur composition en roches et minéraux, mais aussi pour comprendre les phénomènes ayant abouti à leur formation. Une grotte particulièrement intéressante est la chambre des cristaux géants de la mine de Naica, au Mexique. Composée de cristaux géants de gypse, des milliers d'années ont été nécessaires à sa formation spectaculaire. Réchauffée et alimentée par la présence d'une chambre de magma et d'une faille se trouvant sous son emplacement, cette grotte fut favorisée par des conditions de température et une composition chimique stables durant 250 000 ans, ce qui a permis aux cristaux de gypse d'atteindre des longueurs de plus de 11 mètres! Les éléments chimiques présents s'empilent lentement les uns par-dessus les autres, formant des cristaux de plus en plus grands. Tant que les éléments chimiques nécessaires à leur croissance sont présents, les cristaux de gypse ne cessent de grandir. Les mines de Naica ne sont-elles pas magnifiques?

Mais gare aux aventureux mal équipés, car ils auront un choc lorsqu'ils ressentiront le taux d'humidité de 100 % et les températures de 46 °C. À cause de ces conditions extrêmes, malheureusement, cette grotte de cristaux fragiles n'est accessible qu'aux géologues. Il reste à savoir où se situeront les prochaines découvertes du monde souterrain...

RÉFÉRENCES :

- Renault P, Tercafs R, Thines G. [En ligne]. Encyclopédie Universalis. [Consulté le 20 mars 2015]. Spéléologie. Disponible : <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/speleologie>
- Northup DE, Lavoie KH. Geomicrobiology of caves: a review. Geomicrobiology journal. 2001; vol. 18, no° 3 : 199-222.
- Badino G., Forti P. La forêt de cristaux géants. Pour la science. 2011; no° 410 : 32-37.

EH OUI! ON PARLE ENCORE DE SEXE

Par Sandrine Fillion, Cédric Grégoire et Florence Hudon

Qui n'a jamais parlé de sexualité? Sujet de prédilection dans les conversations entre amis, certains aspects de la sexualité restent tout de même tabous. Nous nous heurtons alors à une certaine méconnaissance de ce sujet équivoque.

Mesdames, saviez-vous que l'éjaculation n'est pas réservée qu'aux hommes? Malgré le fait que certains en doutent encore, on constate l'aptitude de certaines femmes à éjaculer. Pour aller au-delà des impressions répandues par la pornographie et certains mythes, c'est depuis les années 1980 que la communauté médicale a admis le pouvoir éjaculatoire des femmes et qu'elle tente de démystifier ce phénomène.

L'orgasme est le fruit d'une stimulation provenant d'une image, d'une pensée ou d'un attouchement. Sans cerveau pour décrypter

ces informations, pas d'orgasme. Pour bien comprendre le processus biologique, nous aborderons plus précisément celui provenant du toucher. Le point de départ de ce rallye de jouissance est une zone érogène. Première tâche : stimuler une zone érogène quelconque. La stimulation adéquate entraîne le départ de l'influx nerveux vers le système limbique, le centre d'opération des émotions. Occupant un rôle important dans ce rallye, le système limbique commande alors l'augmentation de l'afflux sanguin vers la zone initialement stimulée. C'est alors que le rythme cardiaque augmente et que la respiration s'accélère. Le relai est ensuite passé à l'organe génital qui amorce la lubrification. Chez la femme, on remarque que les parois extérieures du vagin se referment et que le clitoris grossit. Se déclenche alors le sprint final. La stimulation de la zone érogène, de plus en plus

sensible, doit être maintenue. La ligne d'arrivée approche. Les muscles autour du vagin se contractent par intervalles et la jouissance survient. Le phénomène de l'orgasme entraîne des réactions diverses. On remarque entre autres la dilatation des pupilles, la lubrification des organes génitaux, des vocalises, des spasmes et une respiration saccadée.

Avant le moment tant attendu, le corps doit libérer hormones et neurotransmetteurs. Vous pensez peut-être que la femme et l'homme ne sécrètent pas les mêmes lors de leurs orgasmes respectifs? Détrompez-vous! Les trois principaux participants de ce rallye sont la testostérone, la vasopressine ainsi que la dopamine. Ces molécules ont toutes un rôle bien précis à jouer. Pour ce qui est de la vasopressine et de la testostérone, elles s'occupent d'augmenter la pression artérielle. Comme mentionné

plus haut, l'augmentation de la pression artérielle amène un surplus de sang au clitoris; sa taille se développe et sa sensibilité s'accroît. La dopamine a, quant à elle, un rôle très important dans la zone du désir et du plaisir. Elle est sécrétée afin que le corps s'assure de vouloir répéter l'expérience. Ce neurotransmetteur est donc associé à un haut niveau de plaisir corporel. Les deux sexes sécrètent

Pour aller au-delà des impressions répandues par la pornographie et certains mythes, c'est depuis les années 1980 que la communauté médicale a admis le pouvoir éjaculatoire des femmes.

donc sensiblement les mêmes hormones et neurotransmetteurs, si bien que la testostérone intervient durant l'orgasme de la femme. Cette dernière produit de la testostérone à raison de 0,5 à 3,1 nmol/L chez une femme de 25 à 40 ans.

L'implication de la testostérone dans le processus orgasmique chez la femme révèle une similitude avec celui de l'homme. Mais ce n'est pas la seule! En effet, l'expérience de l'orgasme chez la femme peut également la mener à une éjaculation. Chez la femme, cette dernière se produit pendant ou après le summum de l'orgasme. L'hypothèse la plus répandue à ce jour, expliquant le phénomène éjaculatoire de la femme, implique un point précis sur la paroi vaginale répondant au nom de « point de Gräfenberg », communément appelé « point G ». Cette zone excitable du vagin compose, avec les glandes de Skene, un système glandulaire comparable à celui de la prostate. Tout comme chez l'homme, le liquide sort par l'urètre. Les quantités émises varieraient de quelques gouttes à une cuillerée à café. Le liquide est clair et moins visqueux que les sécrétions vaginales ou que le sperme. Toujours selon cette hypothèse, le liquide proviendrait des glandes de Skene, agissant comme une prostate féminine, et c'est une substance prostatique (PSA : Prostatic Specific Antigen) contenue dans le liquide qui confirme cette provenance. Des études plus récentes,

menées en France, avancent qu'il y aurait en fait deux types différents d'éjaculation. L'un des types concorde avec l'hypothèse la plus répandue, mais précise que les quantités de liquide émises par les éjaculations provenant de ce système glandulaire sont moins abondantes. Le second type, qu'on associe aux phénomènes de « femmes fontaines », impliquerait la vessie et, accessoirement, le système glandulaire. Ce type serait lié aux éjaculations plus abondantes et serait d'origine rénale, selon l'analyse des échantillons à l'étude. Malgré l'observation de la présence d'urine, d'urée, de créatinine et d'acide urique dans la composition du liquide éjaculatoire de la femme, il est important de ne pas confondre ce type d'éjaculation avec l'incontinence urinaire lors du coït.

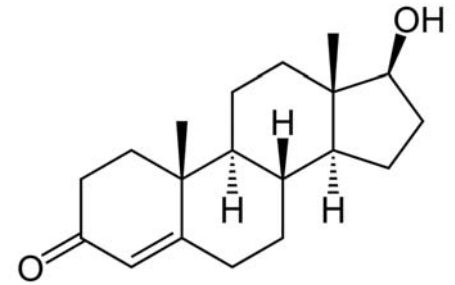


FIGURE 2 Molécule de testostérone. Source : Florence Hudon, dessin, 2015, Salaberry-de-Valleyfield.

En somme, l'éjaculation chez la femme est de plus en plus étudiée. Il a été démontré que les similitudes entre l'homme et la femme sont plus nombreuses qu'on le pense. Mesdames, vous n'êtes pas si différentes des hommes, finalement!

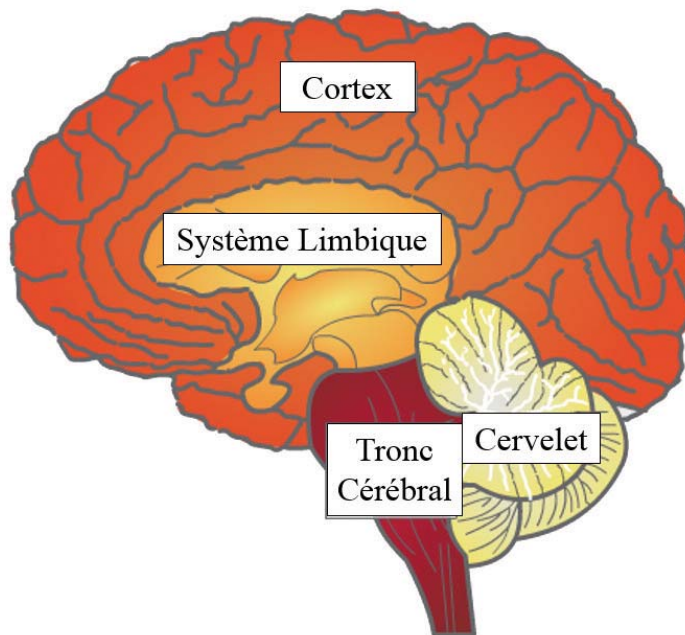


FIGURE 1 Système limbique. Source : METOW, Anatomie grossière du cerveau, [Consulté le 22 avril 2015], http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cf/Anatomie_grossi%C3%A8re_du_cerveau.png Modifiée par Marie-Léa Guay.

RÉFÉRENCES :

- Turner N, [En ligne]. Six raisons de faire plus l'amour. [Consulté le 8 avril 2015]. Disponible : http://www.huffingtonpost.fr/natasha-turner-nd/bienfaits-sexe-couple_b_1965912.html
- SANTÉ MÉDECINE.NET. [En ligne]. Testostérone-dosage chez l'homme et chez la femme. [Consulté le 8 avril 2015]. Disponible : <http://sante-medecine.commentcamarche.net/faq/6592-testosterone-dosage-chez-l-homme-et-la-femme>
- Salama S, Boitrelle F, Gauquelin A, Desvaux P. [En ligne]. Santé Sexuelle au Féminin : Toutes les femmes fontaines n'éjaculent pas... [Consulté le 9 avril 2015], Disponible : http://www.ff3s.fr/v2/data/sante_sexuelle_au_feminin/feminin26.asp

d(GÉNÉTIQUE)/dt

Par Simon Laflamme, Nathan St-Pierre et Édouard Tougas

De nos jours, dans le domaine de la génétique, nous sommes en mesure de prédire l'avenir! Certains modèles mathématiques sont disponibles pour arriver à ces prédictions, dont le modèle de Wright-Fischer.

Saviez-vous qu'il est probable, à long terme, qu'une caractéristique telle que les cheveux roux puisse disparaître au sein d'une certaine population? Ou encore que les yeux bruns soient l'unique trait possible? Ce phénomène se nomme la « dérive génétique ». Il s'agit de la tendance à long terme d'un gène à se fixer ou à s'éteindre par la fluctuation à la fois imprévisible et aléatoire des fréquences alléliques. Bien que le phénomène soit plus marqué sur une petite population, il se produit aussi à très grande échelle, mais nécessite un plus grand nombre de générations.

Il est possible de prédire la probabilité de fixation d'un gène à l'aide du modèle mathématique de Wright-Fisher.

Il est possible de prédire la probabilité de fixation d'un gène à l'aide du modèle mathématique de Wright-Fisher. L'application de ce modèle est utile pour prédire les probabilités qu'une population de taille finie contienne un certain nombre d'un même allèle d'un gène précis à une quelconque génération, et ce, en tenant compte de la proportion de cet allèle dans la génération de départ. Le modèle de Wright-Fisher néglige certains phénomènes pourtant fréquents, tels que la mutation, la recombinaison et la sélection naturelle. En ce qui concerne notre expérience, nous tenons pour acquis que nous sommes en présence d'une population haploïde, c'est-à-dire que chaque individu possède un seul exemplaire de chacun des gènes. Le gène que nous

étudions est présent sous forme de deux allèles (A et B) dont la transmission est équiprobable. Nous présumons que la taille de la population au fil de générations est toujours constante et que la génération parentale meurt dès que la génération suivante naît. De plus, un « enfant » provient d'un seul « parent ». Pour chaque enfant, l'unique parent est choisi de manière aléatoire et indépendante des autres enfants. C'est ce qu'on appelle un tirage avec remise.

À titre d'exemple, considérons un sac contenant dix billes non numérotées dont quatre sont rouges et six sont jaunes. En effectuant un tirage à l'aveuglette, la probabilité d'obtenir une bille rouge est de 4/10, alors que celle de piger une bille jaune est de 6/10. Mais que se passe-t-il lorsque nous répétons l'expérience? Quelle est la probabilité d'obtenir trois billes rouges en cinq tirages subséquents sachant que nous remettons toujours la bille tirée dans le sac? Cet exemple de tirage suit une loi de probabilité qui se nomme la « loi binomiale ». Une loi binomiale permet de calculer la probabilité qu'un événement nommé « succès » se produise un certain nombre de fois en n épreuves dont les conditions sont les mêmes. Seulement deux résultats sont possibles : le succès, avec une probabilité égale à p , et l'échec, avec une probabilité de $q = 1 - p$. On dit alors que la variable X , qui représente le nombre de billes rouges pigées parmi cinq tirages, suit une loi binomiale exprimée de la façon suivante : $X \sim B(n, p)$. La probabilité que X soit égale à k se calcule ainsi :

$$P(X = k) = C_k^n p^k q^{n-k}$$

En d'autres mots, la probabilité de piger k billes rouges en n tirages est égale au nombre total de combinaisons de k objets parmi n multiplié par la probabilité d'obtenir k succès et $n-k$ échecs. Lorsqu'on veut déterminer la probabilité d'une suite d'événements dans une même expérience aléatoire, on doit multiplier la probabilité que chacun de ces événements se produise. Une combinaison est un arrangement k objets parmi n dans lequel l'ordre n'est pas important. On calcule le nombre total de combinaisons de la façon suivante :

$$C_k^n = \frac{n!}{(n-k)! k!}$$

Dans cette équation, la notation « ! » correspond la notion de factorielle où

$$n! = n(n-1)(n-2) \dots 3 \cdot 2 \cdot 1$$

Par exemple, $5!$ est égal à $5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 = 120$.

Pour en revenir à notre exemple, la probabilité de piger 3 billes rouges parmi 5 tirages est de

$$P(X = 3) = C_3^5 \left(\frac{4}{10}\right)^3 \left(\frac{6}{10}\right)^2 = 23,04 \%$$

En ce qui concerne notre expérience de dérive génétique, nous allons prendre une population de taille 4. La probabilité que la génération $n + 1$ contienne j gènes de type A parmi quatre individus sachant que la génération précédente (n) en contenait i est de :

$$p_{ij} = P(X_{n+1} = j | X_n = i) = C_j^4 \left(\frac{i}{4}\right)^j \left(\frac{4-i}{4}\right)^{4-j},$$

car la probabilité d'avoir i allèles A est égale à $\frac{i}{4}$.

$$P = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{81}{256} & \frac{27}{64} & \frac{27}{128} & \frac{3}{64} & \frac{1}{256} \\ \frac{1}{16} & \frac{1}{4} & \frac{3}{8} & \frac{1}{4} & \frac{1}{16} \\ \frac{1}{256} & \frac{3}{64} & \frac{27}{128} & \frac{27}{64} & \frac{81}{256} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

FIGURE 1 Cette matrice de transition prédit chacune des probabilités de fixation en fonction de la probabilité de chaque état i à la génération précédente. Source : Laflamme S. Matrice de transition P du modèle de Wright-Fisher. [Image générée par le logiciel Microsoft Office Word]. 13 avril 2015.

En créant un vecteur $\overline{p^{(0)}} = (p_0^0, p_1^0, p_2^0, p_3^0, p_4^0)$ où chaque p_i^0 correspond à la probabilité d'avoir i allèles A au départ (génération 0) et une matrice de transition P (figure 1) où chacun des éléments correspond à un p_{ij} défini précédemment, il est possible de déterminer ces mêmes probabilités pour une génération n quelconque en multipliant ce vecteur $\overline{p^{(0)}}$ par la matrice de transition P à laquelle est affecté un exposant n : $\overline{p^{(n)}} = \overline{p^{(0)}} \cdot P^n$.

Avant d'aborder les probabilités de fixation, il est important de définir ce que sont les états absorbants. Dans notre situation, ces états absorbants correspondent à $i = 0$ et $i = 4$. Lorsqu'une génération contient 0 ou 4 allèles A, la génération suivante n'a aucun autre choix que de piger ses allèles parmi un ensemble uniforme de A ou de B. Ainsi, quand une génération arrive à un état absorbant, le gène en question est fixé.

Si notre génération de départ contient un seul allèle A et 3 allèles B, la probabilité que l'allèle A se fixe après seulement une génération est de 0,39 %, alors que sa probabilité d'extinction est de 31,6 %. La tendance à long terme commence à se dessiner à la dixième génération, où la probabilité de fixation est de 22,5 % contre une probabilité d'extinction de 72,5 %. Après cent générations, l'allèle A se fixe dans la population avec une probabilité de 25 % contre 75 % pour l'extinction, soit les fréquences alléliques initiales (figure 2).

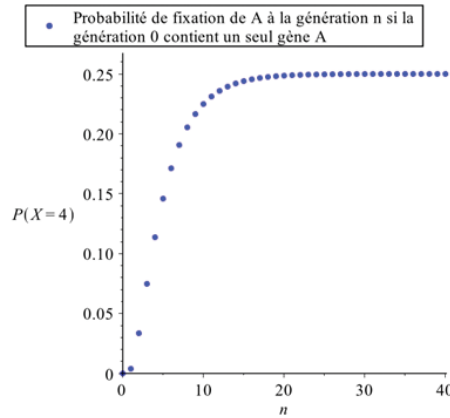


FIGURE 2 La probabilité de fixation de A à la génération n si la génération 0 contient un seul allèle A tend rapidement vers 25 % à cause de la faible taille de la population. Source : Laflamme S. Graphique des probabilités de fixation après n générations. [Image générée par le logiciel Maple 18]. 12 avril 2015.

Somme toute, le modèle de Wright-Fisher nous permet de prédire les probabilités que la fixation ou l'extinction d'un allèle se produise, suivant les règles du phénomène de dérive génétique. Bien sûr, vous croyez que la prédiction de la transmission d'un caractère haploïde est inutile. Détrompez-vous! Il en existe des applications, notamment dans le cas de l'ADN mitochondrial humain, qui est transmis uniquement par la mère.

RÉFÉRENCES :

- Laliberté C. Probabilités et statistiques : De la conception à la compréhension. Montréal : ERPI ; 2005.
- Malrieu F. Agrégation Externe de Mathématique. Chaînes de Wright-Fisher. Rennes, France : Université de Rennes I ; 2008. Disponible : <http://perso.univ-rennes1.fr/jean-christophe.breton/agreg/AGREG/TEXTES/wright.pdf>
- Campbell N, Reece J, Urry L, Cain M, Wasserman S, Minorsky P, Jackson R. Chapitre 23 – L'évolution des populations. Dans : Biologie. 4^e éd. Montréal : Pearson-ERPI; 2012. p. 543-564.

LE GRAND VOYAGE DE ROSETTA

Par Louis D'Amour, Frédéric Ladouceur et Tristan Saumure-Toupin

Les comètes sont des témoins privilégiés de la formation, il y a environ 5 milliards d'années, de notre système solaire. Longtemps, ces lointaines voyageuses ont fasciné les scientifiques et, en novembre dernier, un exploit a été accompli pour la première fois : nous nous sommes posés sur la surface d'une comète!

Plus de 70 % de la surface terrestre est recouverte d'eau. Celle-ci est un pilier dans l'apparition et dans l'évolution de la vie. Toutefois, la Terre n'en fut pas recouverte dès sa formation il y a 4,6 milliards d'années. Plusieurs hypothèses permettent de croire que l'eau sur Terre proviendrait de comètes. Ces corps célestes étant recouverts pour la plupart de glace et de poussière, il serait possible que les multiples impacts avec notre planète soient à l'origine de la présence d'eau sur celle-ci. C'est pourquoi l'Agence Spatiale Européenne (ESA) a mis sur pied un projet d'exploration ayant pour destination la comète 67P Churyumov-Gerasimenko, aussi surnommée « Tchouri ».

C'est en 1993 que la mission Rosetta voit le jour. Après la phase de planification, la mission commence véritablement lorsque la sonde Rosetta est envoyée à l'aide du lanceur Ariane 5 G+ le 2 mars 2004 à Kourou, en Guyane française. Ce lanceur est en fait la fusée qui réussit à emmener Rosetta hors du champ d'attraction terrestre. Pour ce faire, la fusée doit amener l'orbiteur Rosetta à une vitesse supérieure à 11,2 km par seconde, c'est-à-dire une vitesse de plus de 40 000 km/h! Il s'agit en fait de la vitesse minimale que doit atteindre un objet pour échapper définitivement à l'attraction gravitationnelle de la Terre. Pour ce faire, Ariane 5 G+ est équipée d'un moteur cryogénique appelé « Vulcain » qui, à lui seul, peut déployer une puissance de 15 mégawatts, ce qui équivaut à environ 140 Honda Civic Coupé 2015.

La comète Tchouri, la destination ultime de la sonde, suit une trajectoire très particulière autour du Soleil. L'astre errant parcourt l'espace à une vitesse qui peut atteindre

135 000 km/h dans le référentiel du Soleil, ce qui constitue un énorme défi pour les scientifiques quant à la mise en orbite et l'atterrissage d'un engin spatial. Ce qui rend la mission d'autant plus compliquée est le fait que l'orbite de la comète est constamment modifiée par l'influence gravitationnelle des planètes qu'elle approche. La plus influente d'entre elles est Jupiter, la planète la plus massive du système solaire. Pour réussir sa mission, l'ESA a dû calculer 10 ans à l'avance l'endroit précis où se trouverait la comète lors de sa rencontre avec Rosetta. Afin de rejoindre le corps céleste, la sonde a utilisé la technique de l'assistance gravitationnelle. Il est possible de comparer cette manœuvre économe en carburant à une catapulte géante utilisant les champs gravitationnels des planètes à proximité pour modifier la trajectoire de la sonde tout en lui conférant une vitesse supérieure. Dans les faits, Rosetta a utilisé à quatre reprises l'assistance gravitationnelle, soit trois fois avec la Terre et une fois avec Mars.



FIGURE 1 Une image de la comète 67P/Tchourioumov-Guérassimenco prise par la sonde Rosetta. Source: ESA. Comet on 31 January 2015 – NavCam. 6 février 2015 [Consulté le 13 avril 2015]. Disponible : http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2015/02/Comet_on_31_January_2015_NavCam

Le long voyage de Rosetta dans l'espace a été possible grâce à une alimentation en énergie solaire et des équipements de télécommunication de haute technologie. En effet, ses panneaux solaires directionnels de 15 mètres de long et une surface totalisant 64 m² en font un joyau de l'exploration spatiale. Comme la comète et la sonde s'aventurent aux confins du système solaire, c'est-à-dire à une distance maximale de 850 millions de kilomètres du Soleil, le manque d'énergie solaire oblige la sonde à entrer en hibernation afin d'économiser son énergie. L'hibernation est un état dans lequel entre la sonde en éteignant tous ses instruments et la presque totalité de ses systèmes de contrôle. En juin 2011, le vaisseau spatial entre en hibernation pour ne se réveiller que 31 mois plus tard. Il se trouve alors à moins de 673 millions de kilomètres du Soleil, ce qui est la distance minimale permettant aux panneaux solaires d'alimenter en énergie la totalité du système et des instruments. C'est le 20 janvier 2014 que l'ESA a reçu un premier signal radio du voyageur qui annonçait son réveil.

La sonde lancée par Ariane 5 G+ transportait avec elle le robot Philae, un engin destiné à atterrir sur la surface de la comète. Pour ce faire, Rosetta devait tout d'abord orbiter autour de Tchouri. À la suite des manœuvres de repositionnement assurées par 24 petits moteurs à ergol liquide de Rosetta, Philae fut largué.

L'atterrisseur a alors amorcé sa lente descente de 20 km à une vitesse d'un mètre par seconde. L'atterrissage représentait un réel défi pour l'équipe puisque la composition du sol de la comète demeurait méconnue. Lors de son premier contact avec le sol le 12 novembre 2014 à 16 heures, le petit robot devait utiliser ses nombreux mécanismes d'atterrissage afin de s'assurer de rester fixé à la comète sans rebondir hors de son champ d'attraction extrêmement faible. Par exemple, un système de vis devait l'ancrer sur ce sol très instable. Cependant, il semble que ces différents mécanismes n'aient pas fonctionné comme prévu puisque le robot a rebondi à deux reprises lors de son contact avec le noyau de la comète puis s'est immobilisé environ un kilomètre plus loin.



FIGURE 2 Une image du robot Philae prise par la sonde Rosetta lorsqu'il était en processus d'atterrissage. Source : ESA. Lander departure. 13 novembre 2014 [Consulté le 13 avril 2015]. Disponible : http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/11/Lander_departure

On s'est ensuite rendu compte que l'atterrisseur se trouvait en une bien mauvaise posture : il se retrouvait en déséquilibre sur le bord d'une petite falaise qui lui masquait la lumière du Soleil. Philae a eu juste assez d'énergie pour faire quelques tests et communiquer avec l'orbiteur avant d'entrer à nouveau en hibernation en novembre 2014. Les températures glaciales frôlant les 45 degrés Celsius au-dessous de zéro et le manque de lumière obligent le robot à économiser ses batteries, mais on espère recevoir un signal de la part de l'atterrisseur d'ici peu puisque la comète approche du Soleil à grande vitesse.

On s'est ensuite rendu compte que l'atterrisseur se trouvait en une bien mauvaise posture : il se retrouvait en déséquilibre sur le bord d'une petite falaise qui lui masquait la lumière du Soleil.

Bref, l'ensemble de la mission Rosetta est en soi un miracle pour la science et un exploit qui n'avait encore jamais été réalisé par l'homme. La longue et périlleuse aventure de Rosetta et du robot Philae est loin d'être terminée. L'espoir d'en savoir davantage sur les comètes, ces fossiles du système solaire, habite la communauté scientifique. Ces voyages nous permettront peut-être un jour de mieux comprendre la formation du système solaire et nous donneront la clef du mystère de l'apparition de la vie sur Terre.

On attend toujours des nouvelles de la sonde. Peut-être qu'en ce moment même, Rosetta a déjà réussi à établir un contact avec la Terre...

RÉFÉRENCES :

- European Space Agency. [En ligne]. Rosetta. [Consulté le 20 mars 2015]. Disponible : www.esa.int
- Sébastien Rouquette. CNES. Comètes: un rêve plus loin! De Rosetta à nos origines. Les cahiers de l'espace. [En ligne]. Janvier 2004 [Consulté le 17 mars 2015]; no 2 : 2b. Disponible : http://www.cnes.fr/automne_modules_files/standard/public/p7176_8aa5b077b726fd2c62b6f41ff97b8815p989_ce2996a707aac899e51a4609497cd45eCahierRosetta2004.pdf

UN SURPLUS D'HORMONES POUR UNE MONTÉE DE LAIT

Par William Desparois, Sydney Dominique Mikola Soungou et Nicolas Monnin

Les techniques de production de nourriture doivent tenir compte d'une éventuelle augmentation de la population mondiale. Or, l'industrie bovine prend des mesures pour améliorer le rendement de ses bêtes. Les hormones sont l'un des outils les plus utilisés, mais suscitent la controverse.

Une hormone est un signal chimique envoyé à des cellules cibles permettant de réguler les activités de l'organisme. Dans l'industrie bovine, les hormones sont couramment utilisées pour augmenter la masse musculaire des bovins et planifier les périodes de fécondation, d'accouchement et de gestation des vaches. La plus controversée d'entre toutes, la somatotropine bovine recombinante (STBr), est exclusivement utilisée dans la production laitière pour augmenter le rendement laitier. Bien que son utilisation ne soit pas permise dans tous les pays, vous en avez peut-être déjà consommé à votre insu dans les produits laitiers.

Qu'est-ce que la STBr? La STBr est une hormone protéique synthétique composée de 191 acides aminés, dont le poids moléculaire est de 22 000 g/mole. Chaque acide aminé est comparable à une maille composant une chaîne d'acier. Par « synthétique », on sous-entend que l'hormone n'est pas produite par l'organisme et qu'elle vient donc d'une source externe. La STBr a d'ailleurs un homologue naturel, communément appelé la « somatotropine bovine » (STB), existant uniquement chez les bovins. Pour produire de la STBr, le gène de la STB est inséré dans une bactérie selon la technique de la recombinaison de l'ADN.

La STBr est ensuite injectée quotidiennement à l'aide d'une seringue, au niveau de la queue, entre la peau et la couche musculaire du bovin.

Une fois dans l'organisme, la STBr est acheminée au foie par les voies sanguines pour déclencher la sécrétion d'une hormone appelée « somatomédine ». Celle-ci est plus connue sous l'appellation « IGF-1 » et « IGF-2 » (insulin-like growth factors). C'est une famille

de protéines similaires à la pro-insuline, d'où sa deuxième appellation. Les IGF-1 agiraient en tant que médiateurs de l'action des STBr dans les cellules mammaires des bovins. Cette coopération donne au métabolisme les moyens de mieux assimiler les substances nutritives pour, par la suite, augmenter la sécrétion lactée. Ainsi, l'injection de la STBr permettrait d'amener un accroissement de la production laitière de 10 à 15 %.

Impact chez l'animal

La STBr augmente considérablement la production de lait de chacune des vaches traitées. On constate que la sélection génétique perd de son importance puisqu'il est désormais possible d'obtenir un excellent potentiel de production de lait chez des vaches génétiquement ordinaires.

En revanche, l'utilisation de la STBr apporte de nombreux inconvénients chez l'animal. En effet, des études ont révélé que le risque d'infertilité augmente d'approximativement 40 % lorsque l'éleveur utilise la STBr sur son troupeau. L'infertilité chez une vache empêche l'obtention d'une nouvelle lactation prolifique et coïncide avec la vente ou même la suppression de l'animal infertile. Dans le même ordre d'idées, la STBr augmenterait les risques d'apparition de certaines maladies. Notamment, une augmentation de 25 % du risque de mammite a été observée. Cette dernière est une inflammation causée par une infection bactérienne habituellement causée par la stagnation du lait dans le pis de la vache.

De plus, des boiteries et davantage d'enflures et de lésions aux pattes ont été observées chez les vaches traitées à la STBr.

Le risque d'infertilité augmente d'approximativement 40 % lorsque l'éleveur utilise la STBr sur son troupeau.

Impact environnemental

La STBr fait également sentir ses effets sur l'environnement. Le fait que l'animal soit en mesure de mieux assimiler sa nourriture permet de réduire de manière considérable la quantité d'énergie et de nourriture nécessaires à la production laitière. Le nombre total de vaches laitières dans l'industrie pourrait ainsi être diminué.

L'utilisation de la STBr permet en somme de réduire l'empreinte écologique de la production du lait. Pour mettre les choses en perspective, si seulement 15 % du troupeau laitier américain était traité avec la STBr, la réduction de l'empreinte écologique pour produire la même quantité de lait équivaldrait



FIGURE 1 Lever de vaches

Source : Sébastien Melpoulhé, https://www.flickr.com/photos/sebastien_mespoulhe/10460805993, Consulté le 4 avril 2015, couleurs retouchées par les auteurs.

au retrait d'environ 400 000 voitures de la route chaque année, ou encore à la plantation d'environ 300 millions d'arbres annuellement.

Impact chez l'être humain

La STBr présente dans le lait ne peut être absorbée par les humains. Lors de l'ingestion, celle-ci est dégradée, comme toute autre protéine, par les processus de la digestion.

Par contre, l'IGF-1 peut être absorbée en partie lors de la digestion du lait. Pour 1,5 litre de lait, il y aurait une augmentation de la concentration d'IGF-1 dans l'organisme de 0,09 %. Certaines études démontrent une corrélation positive entre le cancer de la prostate et le niveau d'IGF-1 dans le sang, mais les recherches ne sont pas assez avancées pour en dire plus. Des études à plus long terme sont nécessaires.

En ce qui concerne les observations de l'effet négatif sur la santé des bovins, plusieurs pays, excepté les États-Unis, ne permettent pas l'utilisation de la STBr. Au lieu de recourir à cette hormone aux effets controversés, il nous faudrait d'abord remettre en question notre propre alimentation. Il faudrait également se demander s'il est juste de s'accorder le droit de modifier librement la santé de ces animaux.

	Ressources et déchets par kilogramme de lait	Changement observé lors de l'utilisation de STBr (%)
Ressources investies		
Énergie utile pour le bovin (MJ)	1,73	-11,8
Protéine assimilée par le bovin (g)	30,4	-7,5
Énergie totale investie pour le bovin (MJ)	4,79	-4,5
Quantité totale de protéine présente dans la nourriture sèche (g)	77,6	-3,2
Nourriture sèche (kg)	0,82	-8,1
Déchets rejetés		
Méthane (g)	26,2	-7,3
Fumier (kg)	1,92	-6,8
Déchets azotés (g)	5,67	-9,1
Déchets phosphatés (g)	2,98	-11,8

TABLEAU 1 Impact environnemental de la STBr. Source : Judith L. Capper, Euridice Castaneda-Gutierrez, Cady A. Roger, Dale E. Bauman, <http://www.pnas.org/content/105/28/9668.short>, Consulté le 4 avril 2015. Données compilées sous forme de tableau par les auteurs.

RÉFÉRENCES :

- FORGE, F. [En ligne]. Qu'est-ce que la STBr? [Consulté le 4 avril 2015]. Disponible : <http://publications.gc.ca/Collection-R/LoPBdP/modules/prb98-1-rbST/lastbr.htm>
- U.S. Food and Drug Administration. [En ligne]. Report on the Food and Drug Administration's Review of the Safety of Recombinant Bovine Somatotropin, [Consulté le 4 avril 2015]. Disponible : <http://www.fda.gov/AnimalVeterinary/SafetyHealth/ProductSafetyInformation/ucm130321.htm>

PRENDS LA CLOTHOÏDE MOINS VITE!

Par Joël Carpentier, Louis D'Amour et David Petitclerc

L'aiguille affiche 120 km/h, 130 km/h, puis 150 km/h. Tout à coup, une courbe survient. Tu rétrogrades, puis tu te lances dans cette clothoïde à fond les moteurs!

La construction des routes se fait selon un modèle mathématique très élaboré. Par exemple, prenons les routes courbées : si elles étaient simplement formées d'un arc de cercle standard, la secousse ressentie lors du passage serait très intense. En effet, alors que nous adoptons une trajectoire rectiligne, l'accélération centripète, c'est-à-dire l'accélération qui modifie notre direction et qui est orientée vers le centre de la courbe, est nulle. Puis, dès que nous entrons dans la portion circulaire, l'accélération centripète devient instantanément très élevée, ce qui a pour effet de nous projeter à l'extérieur de la route. Pour résoudre ce problème, les constructeurs de routes ont dû imaginer un type de courbure particulier : la clothoïde.

La fonction clothoïde, aussi connue sous le nom de spirale de Cornu, se représente par une courbe dont la courbure varie de façon linéaire. Par exemple, si nous roulons à vitesse constante sur cette courbe, elle est définie par la trajectoire que notre voiture prendrait si nous en tournions le volant à vitesse angulaire constante dans la direction de cette courbe. Il est également possible de tracer cette fonction en suivant des équations paramétriques :

$$\begin{cases} x(t) = a \int_0^t \cos u^2 du \\ y(t) = a \int_0^t \sin u^2 du \end{cases}$$

Pour trouver les valeurs de $x(t)$ et de $y(t)$, il faudrait résoudre respectivement les intégrales de $\cos u^2$ et de $\sin u^2$. Cependant,

les méthodes vues en calcul intégral ne s'appliquent pas à ce type de fonctions. Il faut plutôt faire appel à des méthodes d'approximations pour estimer $x(t)$ et $y(t)$. La fonction clothoïde est en fait une spirale infinie qui converge en un point limite central, mais pour la plupart de ses applications physiques, seule une portion du graphique nous intéressera (voir figure 1).

La clothoïde est surtout utilisée dans le contexte de systèmes routiers pour relier un arc de cercle à une portion rectiligne. En effet, nous pouvons observer régulièrement des segments « droite-clothoïde-cercle-clothoïde-droite » (voir figure 2). Le rôle de la clothoïde est de diminuer la force centrifuge à laquelle les passagers ainsi que la voiture seraient exposés dans le cas d'une brusque exposition à l'accélération radiale.

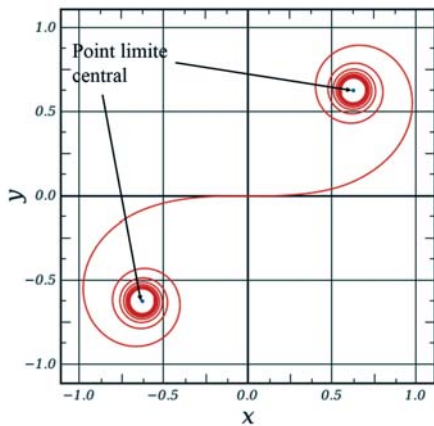


FIGURE 1 La fonction complète de la spirale de Cornu. Source : Inductiveload, 22 février 2008. Wikipédia : http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cornu_Spiral.svg [Consulté le 15 avril 2015]. Modifié par David Petitclerc le 15 avril 2015.

Lors de la conception de la portion d'une courbe qui prend la forme d'un arc de cercle, il est important de considérer la force centrifuge qui agit sur la voiture et ses passagers. La force centrifuge est le résultat du phénomène d'inertie, une force fictive qui fait qu'un corps tend toujours à conserver son mouvement rectiligne (voir figure 3). Cette force pousse les passagers vers l'extérieur de la courbe, un peu comme une solution à l'intérieur d'une éprouvette est propulsée contre le fond lorsqu'on la place dans une centrifugeuse. Or, pour assurer le confort des passagers, cette accélération doit valoir environ 20 % de l'accélération gravitationnelle normale, qui est de $9,81 \text{ m/s}^2$. Pour ce faire, une courbe censée être parcourue à une vitesse



FIGURE 2 Représentation des segments « droite-clothoïde-cercle » sur une bretelle d'autoroute. Source : Google maps. [Consulté le 15 avril 2015]. Modifié par David Petitclerc le 15 avril 2015.

de 90 km/h doit posséder un rayon de courbure de 320 m. Cependant, malgré une conception axée sur le confort des passagers, une courbe dénuée de toute transition entre elle et la portion rectiligne de la route serait tout de même très inconfortable, voire dangereuse. En effet, le brusque passage d'une accélération centrifuge de 0 % à 20 % de l'accélération gravitationnelle est assez brusque. Pour résoudre ce problème, une portion transitionnelle qui fait augmenter cette accélération centrifuge de façon linéaire est requise. C'est donc le rôle de la clothoïde que de raccorder les portions linéaires aux portions circulaires. De façon plus concrète, en augmentant le rayon de courbure de façon proportionnelle, l'accélération angulaire se fera de façon constante.

Ainsi, la spirale de Cornu est une fonction mathématique très importante, notamment pour ses applications en physique mécanique lors de la conception de nombreuses infrastructures que nous utilisons au quotidien. En effet, son utilisation, largement méconnue, dans la conception de routes, de manèges tels que les montagnes russes et de rails de chemins de fer en fait un outil mathématique très employé. Elle permet de négocier des courbes à de grandes vitesses sans toutefois incommoder les passagers ou même risquer de dérailier. De plus, d'un point de vue algébrique, elle demeure très intéressante, car elle est difficilement résoluble malgré une définition accessible. Bref, cela en fait un concept mathématique très important et tout de même assez concret grâce à ses applications dans la vie de tous les jours.

RÉFÉRENCES :

- Isoz, Vincent. [En ligne]. Sciences.ch. Ingénierie. 72 : Génie civil. [Modifié le 28 février 2015; Consulté le 19 mars 2015]. Disponible : <http://www.sciences.ch/htmlfr/ingenierie/geniecivil01.php>
- Lehning, Hervé. Tourner, vite et bien. La Recherche. [En ligne]. Février 2008 [Consulté le 21/03/2015]; no 416 : p.82. Disponible : <http://www.larecherche.fr/savoirs/wxyz/tourner-vite-bien-01-02-2008-88228>

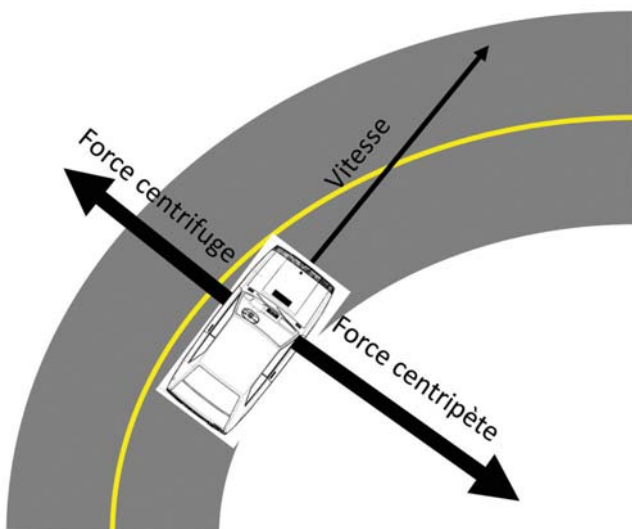


FIGURE 3 Schéma de forces d'une voiture sur un arc de cercle. Source : Andybg134, 29 janvier 2013. Wikipédia : http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dessin_de_la_carrosserie_d'une_voiture.jpg [Consulté le 15 avril 2015]. Modifié par David Petitclerc le 15 avril 2015.

Le rôle de la clothoïde est de diminuer la force centrifuge à laquelle les passagers ainsi que la voiture seraient exposés dans le cas d'une brusque exposition à l'accélération radiale.

LES FAMEUX JET LAGS

Par Marie-Léa Guay et Frédérique Levasseur

Toutes les personnes ayant voyagé ont déjà ressenti les effets perturbants du décalage horaire. Saviez-vous que la science a une explication pour ce mystérieux phénomène? Eh oui! il s'agit en fait de la désynchronisation de nos cycles circadiens.

Les organismes vivants sont régis par une multitude d'horloges biologiques qui servent à réguler leurs processus métaboliques en fonction du temps. Ces horloges sont classées selon la durée de leurs cycles. Alors que certaines horloges, telles que le cycle menstruel, durent 28 jours, d'autres ne durent que 24 heures et c'est justement le déphasage de ces dernières qui cause les décalages horaires.

Les horloges biologiques qui règlent les cycles de 24 heures sont nommées « rythmes circadiens ». Ces derniers présentent une alternance entre le jour et la nuit et jouent ainsi un rôle majeur dans l'adaptation des organismes aux variations périodiques de leur environnement. Ils le font en contrôlant, entre autres, la succession des périodes d'éveil et de sommeil dans l'organisme.

Quand les cycles circadiens ne sont plus coordonnés avec l'environnement, la désynchronisation de l'organisme se produit. Le décalage horaire est un facteur pouvant provoquer une désynchronisation qui peut mener à des signes cliniques tels que de la fatigue, des troubles du sommeil, du stress, des troubles de l'humeur, etc.

Tout d'abord, afin de comprendre ce qui occasionne le phénomène du décalage horaire, il est primordial d'expliquer les facteurs régissant les cycles circadiens. On retrouve leur centre régulateur, nommé « noyau suprachiasmatique », dans le cerveau, plus précisément dans l'hypothalamus. Ce dernier ajuste les besoins corporels liés à la survie, tels que la faim, la soif et bien sûr le sommeil. Plusieurs glandes y sont connectées et, puisque celles-ci sécrètent des hormones qui régulent les activités du corps, cela lui permet de contrôler d'autres horloges biologiques. En ce qui concerne précisément les horloges biologiques régulant les cycles de 24 heures, c'est le noyau suprachiasmatique

qui les dirige, mais ce dernier a besoin d'indices extérieurs pour se situer dans le temps. C'est là que la lumière entre en jeu. En effet, par l'entremise du nerf optique, les yeux envoient la variation de l'intensité de la lumière sous forme d'influx nerveux directement au noyau suprachiasmatique. C'est grâce à ces messages que le noyau suprachiasmatique régule les cycles circadiens en fonction du jour ou de la nuit.

Lorsque nous voyageons, nous ressentons les effets perturbateurs du décalage horaire à cause de la désynchronisation de nos cycles circadiens par rapport à l'alternance du jour et de la nuit.

Maintenant que l'on sait comment nos cycles circadiens arrivent à se synchroniser avec les fluctuations de l'environnement extérieur, il faut encore comprendre comment le noyau suprachiasmatique arrive à contrôler le sommeil et l'éveil dans l'organisme. Pour y parvenir, ce noyau sollicite l'aide d'une hormone appelée mélatonine. Cette dernière favorise le sommeil en ralentissant la digestion, l'activité neurologique et d'autres fonctions corporelles. C'est le noyau suprachiasmatique qui dirige le moment où cette hormone sera sécrétée en se basant sur la variation de la luminosité. Il provoque la sécrétion de la mélatonine lorsque l'obscurité croît et interrompt la sécrétion de cette hormone lorsqu'elle décroît afin de synchroniser notre éveil avec le jour et notre sommeil avec la nuit. Il doit donc y avoir une synchronisation parfaite entre l'environnement et les cycles circadiens pour que notre organisme fonctionne de façon optimale. Dans le cas contraire, l'être vivant ressent une somnolence due à la sécrétion de mélatonine en plein jour et n'est plus capable de dormir durant la nuit.

Lorsque nous voyageons, nous ressentons les effets perturbateurs du décalage horaire à cause de la désynchronisation de nos cycles

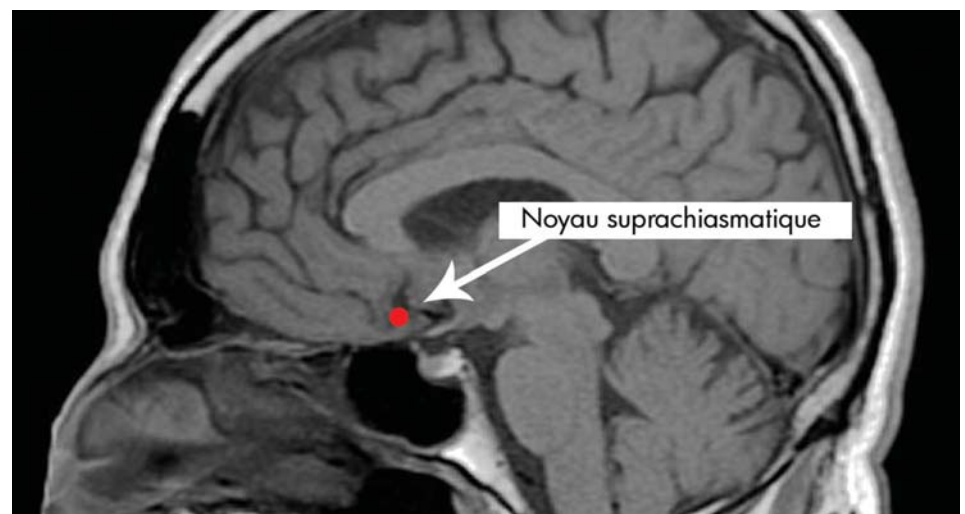


FIGURE 1 Localisation du noyau suprachiasmatique dans le cerveau humain.

Source : Leblanc R. Sagittal T1 Midline MRI Scan of Reigh's Brain. 25 août 2009 [Consulté le 7 avril 2015].

Disponible : <https://www.flickr.com/photos/reighleblanc/3854685038/>

La localisation du noyau suprachiasmatique a été ajoutée par Marie-Léa Guay.

circadiens par rapport à l'alternance du jour et de la nuit. Parmi les différentes conséquences perturbatrices, en plus de celles déjà mentionnées, on observe des troubles digestifs, des maux de tête, des difficultés de concentration. Heureusement, l'horloge biologique est en mesure de se synchroniser à nouveau, mais cela se fera de façon progressive et le temps d'adaptation variera en fonction du contexte. En effet, l'adaptation prendra plus de temps si le voyageur traverse rapidement plusieurs fuseaux horaires entraînant un décalage de 5 heures et plus. Aussi, les difficultés d'adaptation sont plus grandes si le déplacement a lieu vers l'est parce que l'on doit se lever et se coucher plus tôt, ce qui est plus difficile que lorsque l'on doit se lever et se coucher

plus tard. Autrement dit, si l'on voyage vers l'ouest, on suit le Soleil, ce qui rend la première journée plus longue. On s'endort donc plus vite, ce qui permet au corps et au cerveau de se mettre à l'heure locale plus rapidement.

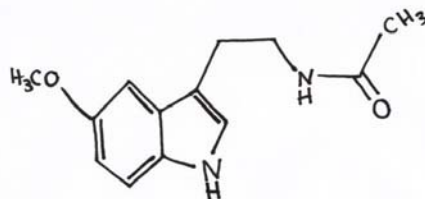


FIGURE 2 Structure chimique de la mélatonine.
Source : Guay, Marie-Léa, *Une molécule de mélatonine*, dessin, 2015, Salaberry-de-Valleyfield.

Vous connaissez maintenant les effets d'un décalage horaire sur le cycle circadien. La prochaine fois que vous voyagerez en avion, vous pourrez fièrement impressionner votre voisin en les lui expliquant. Ces nouvelles connaissances vous ouvrent aussi la porte à des moyens pour réduire les effets d'un tel décalage. Sur ce, bon voyage!

RÉFÉRENCES :

- Plotnik R. Introduction à la psychologie. 1^{re} éd. Montréal : Chenelière/ McGraw Hill; 2001.
- Huffman K, Marinier L, Huot A, Bureau S. Psychologie en direct. 4^e éd. Montréal : Modulo ; 2014.
- Parent G, Cloutier P. Initiation à la psychologie. 2^e éd. Montréal : Chenelière éducation ; 2013.

UN CARDAN POUR NOËL ?

Par Caroline Dionne, Simon Laflamme et Tristan Saumure-Toupin

Que diriez-vous d'être confrontés à un problème dont la solution est connue depuis plus d'un siècle? La réponse semble évidente, pourtant la solution est loin d'être facile à appliquer. Parlez-en aux ingénieurs d'Apollo 11!

Dans un espace cartésien tridimensionnel, défini par une largeur (x), une hauteur (y) et une profondeur (z) selon un point de référence, il est possible d'effectuer une rotation. Pour procéder, il est nécessaire d'avoir une position de départ, soit trois coordonnées (x,y,z) . Il est souvent plus simple d'utiliser l'origine $(0,0,0)$ comme valeur de départ. Ensuite, un objet nommé vecteur (flèche) est tracé pour relier l'origine à un point d'arrivée exprimé sous la même forme. Le point d'arrivée de l'objet est alors déplacé à l'endroit désiré de façon circulaire tout en gardant l'extrémité de la flèche fixe à l'origine. Cette modification aura nécessairement une répercussion sur la valeur de chaque composante du vecteur initial. Pour un objet plus complexe défini par une équation, comme un ellipsoïde (figure 1), le même processus s'applique, mais il faut appliquer le changement pour l'ensemble des vecteurs qui relient l'origine à chacun des points (x,y,z) de l'objet en question. Il est aisé

de s'imaginer une telle rotation, mais qu'en est-il mathématiquement? On utilise le plus souvent une matrice de rotation.

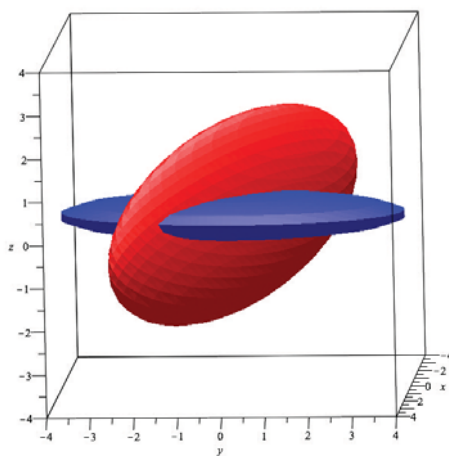


FIGURE 1 L'ellipsoïde bleu a subi une rotation de $\pi/4$ radians par rapport à l'axe x , puis de $\pi/3$ en y et de $\pi/2$ en z . Le résultat de cette rotation est représenté en rouge. Source : Laflamme S. Rotation d'un ellipsoïde. [Image générée par le logiciel Maple 18]. 12 avril 2015.

En mathématiques, une matrice est un tableau avec un certain nombre d'éléments placés en lignes et en colonnes. Elle est utile pour les rotations parce qu'elle permet

de multiplier les coordonnées d'un vecteur afin de les modifier selon l'angle voulu ou bien encore pour obtenir les nouvelles coordonnées d'un point ayant subi une rotation. Dans plusieurs applications pratiques, deux méthodes principales sont couramment employées pour effectuer la rotation d'un objet : les matrices de rotation, qui ont été utilisées pour la mission Apollo 11, et les quaternions de rotation.

La série de missions Apollo avait pour but d'envoyer un homme sur la Lune. Les Américains réussirent leur objectif pour la première fois avec Apollo 11. C'est en 1969 que celle-ci fut lancée grâce à Saturne V, une fusée de 2 800 tonnes destinée à envoyer Neil Armstrong, Michael Collins et Edwin « Buzz » Aldrin hors du champ gravitationnel terrestre. Ce bolide comportait d'innombrables outils. Celui auquel nous nous intéressons est la centrale à inertie, qui, tout comme un GPS (*Global Positioning System*), permet de connaître la vitesse d'un objet et la direction dans laquelle celui-ci se dirige, et ce, sans l'aide de satellites. La façon dont les centrales à inertie fonctionnent est simple. Elles sont composées de deux types d'appareils également répartis sur les trois axes x , y et z .

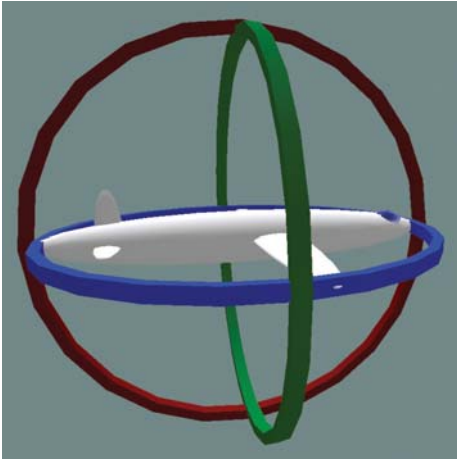


FIGURE 2 L'axe de rotation de l'anneau bleu est fixé au disque vert, alors que celui de l'anneau vert est fixé à l'anneau rouge.

Source : MathsPoetry. No gimbal lock. 14 février 2009 [Consulté le 13 avril 2015]. Disponible : http://commons.wikimedia.org/wiki/File:No_gimbal_lock.png.

Il y a trois accéléromètres qui mesurent les variations de vitesse, ainsi que trois gyroscopes indépendants (cardans) qui mesurent les variations de position. Il est possible de schématiser ces cardans avec trois anneaux dans l'espace centrés à l'origine (figure 2), qui ont une liberté de rotation selon l'axe qui leur est propre. Lorsque l'on exerce une rotation quelconque sur l'un des anneaux, il entraîne avec lui les anneaux qui ont un rayon inférieur au sien. Les données sont recueillies, puis envoyées à un ordinateur qui affiche aux pilotes les informations. Le traitement de données effectué par l'ordinateur utilise les angles d'Euler et les matrices de rotation. La technique d'Euler va comme suit : on construit trois matrices correspondant aux axes respectifs. Les rotations en x , y et z selon des angles respectifs de α , β et γ sont définies par les matrices de rotation suivantes :

$$R_x = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\alpha) & \sin(\alpha) \\ 0 & -\sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{pmatrix};$$

$$R_y = \begin{pmatrix} \cos(\beta) & 0 & -\sin(\beta) \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin(\beta) & 0 & \cos(\beta) \end{pmatrix};$$

$$R_z = \begin{pmatrix} \cos(\gamma) & \sin(\gamma) & 0 \\ -\sin(\gamma) & \cos(\gamma) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Ensuite, on entre la valeur des angles dans ces matrices, puis on les multiplie dans un ordre défini, puisque la multiplication matricielle n'est pas commutative. Toutefois, un phénomène curieux peut se produire à l'occasion : un blocage de cardan. Lorsque

deux axes se superposent, souvent lorsque la rotation effectuée suit un angle égal à un multiple de 90° , les deux cardans y étant associés sont confondus et un degré de liberté de rotation est perdu. Une rotation selon l'un ou l'autre de ces deux cardans produit alors le même effet sur l'objet en mouvement. Par ailleurs, c'est ce qui s'est passé lors de la mission Apollo 11. Bien avertis de ce problème, les ingénieurs avaient décidé de n'utiliser que trois cardans, mais d'ajouter un dispositif servant à le corriger. Ce dernier ne s'est malheureusement jamais déclenché. Le pilote du module de commande, Michael Collins, souligna le problème au centre de contrôle terrestre avec une touche humoristique en disant : « Que diriez-vous de m'envoyer un quatrième cardan pour Noël? »

La solution à ce problème majeur d'Apollo 11 provient du résultat des travaux et recherches du mathématicien irlandais William Rowan Hamilton plus de cent ans auparavant : les quaternions. Un quaternion est un nombre hypercomplexe de la forme suivante : $Q = a + bi + cj + dk$ où $a, b, c, d \in \mathbb{R}$. Il est composé de deux parties : un nombre réel et un vecteur suivant les trois axes imaginaires i, j et k . La multiplication de deux quaternions suit une règle qui rappelle celle du produit vectoriel (figure 3). L'axe imaginaire i est associé à une rotation selon x , l'axe j , à y et l'axe k , à z . On peut alors construire un quaternion de rotation pour chaque axe de façon similaire à la méthode d'Euler avec les matrices. La solution au problème de blocage du cardan consiste à ajouter un quatrième cardan, donc un degré de liberté supplémentaire, à l'aide des quatre dimensions du groupe quaternionique : la partie réelle et les trois composantes vectorielles imaginaires.

.	1	i	j	k
1	1	i	j	k
i	i	-1	k	-j
j	j	-k	-1	i
k	k	j	-i	-1

FIGURE 3 Résultat de la multiplication d'un élément de la colonne de gauche par un élément de la ligne du haut.
Source : Dionne C. Table de multiplication. [Image générée dans Excel]. 22 avril 2015.

Dans plusieurs applications pratiques, deux méthodes principales sont couramment employées pour effectuer la rotation d'un objet : les matrices de rotation, qui ont été utilisées pour la mission Apollo 11, et les quaternions de rotation.

De cette manière, même si deux axes se superposent, ceux-ci ne sont pas pour autant fixés l'un à l'autre : la multiplication par un autre quaternion peut faire réapparaître un axe qui aurait été perdu avec la méthode d'Euler.

Somme toute, les problèmes causés par les mathématiques du blocage de cardan auraient pu être évités si la NASA n'avait pas négligé l'ajout d'un cardan supplémentaire. Les quaternions sont des outils qui permettent de résoudre bien plus de problèmes que ce que cet article vous a laissé croire. En effet, ce quatrième cardan, qui aurait pu contrer le problème d'Apollo 11, est aujourd'hui couramment utilisé dans les téléphones portables, les jeux vidéos, et même en médecine lors de la modélisation du mouvement d'articulations en trois dimensions.

RÉFÉRENCES :

- NASA. [En ligne]. APOLLO lunar surface journal. [Modifié le 29 avril 2011; consulté le 13 avril 2015]. Disponible : <https://www.hq.nasa.gov/alsj/gimbals.html>
- Perumal L. Quaternion and Its Application in Rotation Using Sets of Regions. International Journal of Engineering and Technology Innovation. [En ligne]. 2011. [Consulté le 20 mars 2015]; Volume 1 (Numéro 1) : p. 35-52. Disponible : <http://sparc.nfu.edu.tw/~ijeti/download/V1-35-52.pdf>
- Dusseault-Bélanger F. [En ligne]. Université de Sherbrooke. [Modifié le 8 août 2013; consulté le 20 mars 2015]. Quaternions et rotations. Disponible : <http://camus.dmat.usherbrooke.ca/revue/revue1/article8.pdf>

23 h 56 min 4 s, TOP CHRONO!

Par Keelian Chicoisne, Mélanie Doucet et Florence Reid

Comment réussir à trouver la véritable valeur de la rotation de la Terre? Vous pouvez y arriver en analysant une série de photos d'étoiles. Et pour y arriver, vous devrez mettre à l'épreuve votre esprit scientifique!

« Driing... Driing... », il est 7 h du matin, votre cadran sonne. 8 h, vous prenez votre sac et vous partez pour l'école. À midi, c'est l'heure du diner. Puis, vers 16 h, après une dure journée, vous retournez à la maison pour regarder votre émission préférée. À 21 h, vous êtes déjà emmitoufflé dans vos couvertures, prêt à glisser dans de merveilleux rêves. « Driing... Driing... », il est 7 h du matin...

Durant cette journée, combien de temps s'est écoulé pour que la Terre effectue un tour sur elle-même? 24 h? Pas exactement!

On a tendance à croire que la Terre effectue un tour sur elle-même en 24 h, mais en fait sa période de rotation est de 23 h 56 min 4 s. Cette valeur est mesurée en fonction des étoiles lointaines et est appelée « période de rotation sidérale ». Elle équivaut au temps nécessaire pour qu'un point précis de la Terre revienne vis-à-vis de la même étoile. La croyance populaire voulant que la Terre effectue un tour complet sur elle-même en 24 h est due à la période de rotation synodique. Celle-ci est la mesure du temps pour que la Terre revienne dans la même orientation par rapport au Soleil. Pour la Terre,

la période de révolution synodique est de 24 h. Ces deux périodes de rotation ne sont pas identiques en raison de la révolution de la Terre autour du Soleil. Comment faire pour trouver la période de rotation sidérale? Il est possible de réaliser une expérience pour obtenir cette valeur grâce à un appareil photo et un logiciel.

On peut constater, en prenant des photos du ciel pendant un certain temps, que les étoiles semblent se déplacer. Par contre, ce déplacement est le résultat de notre propre rotation, car les étoiles ont une position fixe. Étant donné les distances faramineuses qui nous séparent de toutes les étoiles, il est possible d'approximer leurs positions comme étant fixes sur une sphère imaginaire autour de la Terre : la sphère céleste.

Pour réaliser cette photo d'étoiles, il faut tout d'abord trouver un endroit intéressant, c'est-à-dire un endroit où le ciel est dégagé et où, de préférence, il y a peu de pollution lumineuse afin d'obtenir une photo nette. L'appareil photo, préalablement fixé sur un trépied, doit être orienté vers le nord pour pouvoir observer la rotation des étoiles autour de l'Étoile polaire, située vis-à-vis l'axe de rotation de la Terre. En effet, on pense souvent que l'Étoile polaire indique parfaitement le nord, mais, en fait, il s'agit d'une approximation, car elle est légèrement décalée par rapport à lui.

Lors de la prise de photos du ciel étoilé, il faut en prendre une grande quantité à intervalles réguliers, et ce, sur une longue période de temps. Le temps d'exposition pour une photo peut être d'environ 20 secondes. Ce temps relativement court fait en sorte que les étoiles apparaîtront comme des points précis et facilitera ainsi les futurs calculs. On peut prendre, par exemple, 360 photos de 20 secondes chacune pour obtenir une période totale de 2 heures. Puis, en superposant les photos à l'aide d'un logiciel, on obtient plusieurs traînées d'étoiles décrivant des portions d'arc de cercle qui tournent toutes autour d'un même point. En effet, ces arcs représentent une partie de la période de rotation de la Terre où chaque arc de cercle parcourt le même angle.

On peut constater, en prenant des photos du ciel pendant un certain temps, que les étoiles semblent se déplacer. Par contre, ce déplacement est le résultat de notre propre rotation.

À l'aide de ces arcs de cercle, on peut trouver l'angle de déplacement, ayant comme point de référence le pôle Nord céleste, avec des relations trigonométriques. Pour trouver les angles, il faut également trouver les coordonnées du centre de rotation. Par contre, comme mentionné plus tôt, on ne peut pas se fier uniquement aux coordonnées de l'Étoile polaire, car elle n'est pas exactement vis-à-vis de l'axe de rotation. Cela fait en sorte qu'elle tournera, elle aussi, autour de l'axe de rotation. Il faut donc trouver, à l'aide de formules mathématiques, les coordonnées précises du point central.

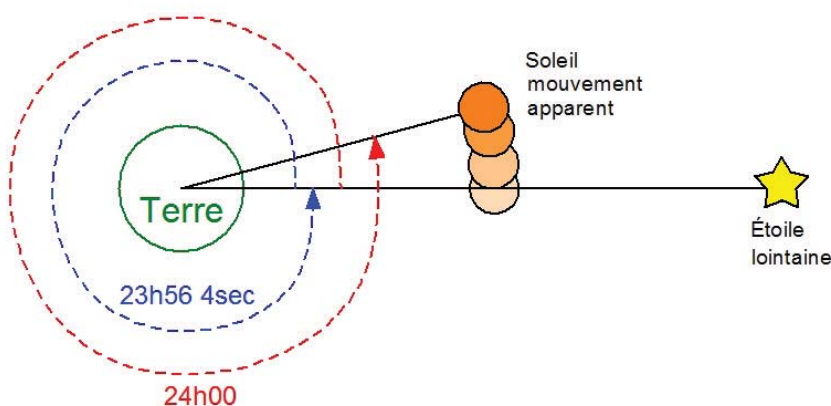


FIGURE 1 Cette image explique la différence entre la période de rotation sidérale et synodique. Source : Pierre Doucet, 2015. Réalisée à l'aide du logiciel Solid Edge.

En superposant les photos à l'aide d'un logiciel informatique, on obtient plusieurs trainées d'étoiles décrivant des portions d'arc de cercle qui tournent toutes autour d'un même point.

Finalement, pour trouver la période de rotation, il suffit de faire un simple produit croisé en mettant en relation l'angle de déplacement des étoiles et le temps total de la prise de photos. En multipliant 360° , soit l'angle du cercle complet que décrivent les étoiles pendant une journée, au temps de la photo et en divisant le résultat par l'angle de déplacement des étoiles, on obtient 23 h 56 min 4 s, soit la période de rotation sidérale.

... Il est 7 h du matin et, cette nuit, j'ai pu démontrer, grâce à une expérience, que la Terre effectue un tour sur elle-même en 23 h 56 min 4 s.

RÉFÉRENCES :

- Dr. Cardall et Dr. Daunt. [En ligne]. Astronomy 161: The Solar System. [Consulté le 19 mars 2015]. The Celestial Sphere. Disponible : <http://csep10.phys.utk.edu/astr161/lect/celestial/celestial.html>
- Jean Kovalevsky. [En ligne]. Encyclopædia Universalis. [Consulté le 19 mars 2015]. Précession Et Nutation. Disponible : <http://www.universalis-edu.com/ezproxy.colval.qc.ca/encyclopedie/precession-et-nutation/>
- Jean Aubouin, Jean Kovalevsky, Evry Schatzman. [En ligne]. Encyclopædia Universalis. [Consulté le 17 mars 2015]. Terre-La planète Terre. Disponible : <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/terre-la-planete-terre/>



FIGURE 2 Photographie de la trainée des étoiles tirée de notre propre expérience, prise au Mont Rigaud le 19 mars 2015. Il s'agit d'une compilation de 330 photos, avec ouverture $f/4$, temps d'exposition 20 secondes, sensibilité ISO 200. Appareil Canon 60D & 17-40 $f/4$. Source : Keelian Chicoisne, Mélanie Doucet et Florence Reid, 2015.

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

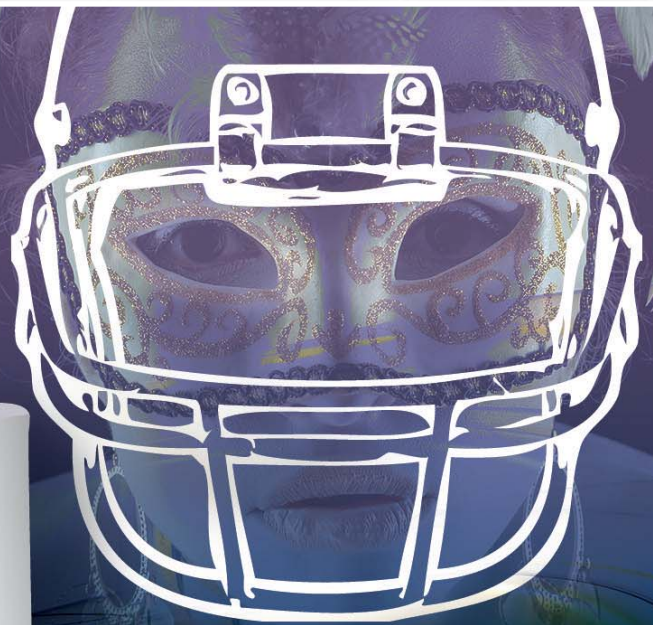


AU COLLÈGE DE VALLEYFIELD

Les activités sportives et socioculturelles...

à fond
= RIEN!

théâtre | Improvisation | Danse | Football | Natation
Badminton | Café philo | Soccer | Cheerleading | Basketball
Hockey cosom | Volleyball | Flagfootball | Cross-country
Fêtes internationales du théâtre | Le Tiers | Comité
Écho-vert | Comité psychosocial | Cégeps en spectacle
Forum étudiant | Alliance sport-études | Théâtre
Improvisation | Danse | Football | Natation | Badminton
Café philo | Soccer | Cheerleading | Basketball | Hockey
cosom | Volleyball | Flagfootball | Cross-country | Fête
international | Théâtre | Le



Concept unique au Collège de Valleyfield, la Vie intense intégrée aux études te permet de vivre tes passions à plein régime!

Inclus : soutien académique, horaire de cours adapté, conférences, formations spéciales et bien plus encore!

POUR INFORMATION : 450 373-9441, poste 491
service.animation@colval.qc.ca - www.colval.qc.ca

SCIENCES DE LA NATURE AU COLLÈGE DE VALLEYFIELD

>>> TON PASSEPORT POUR L'UNIVERSITÉ!

2 profils disponibles

SCIENCES DE LA SANTÉ
SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

Double DEC

SCIENCES DE LA NATURE
& ARTS VISUELS

>>> 3 ans + 2 formations =
la combinaison parfaite pour TES passions!

Au Collège de Valleyfield, le programme Sciences de la nature t'offre :

- Des projets uniques comme la Revue scientifique des finissants; une première rédaction scientifique distribuée à raison de 3 500 exemplaires sur tout le territoire de la Vallée-du-Haut-St-Laurent
- Des activités pédagogiques concrètes comme :
 - l'intégration d'une espèce au Biodôme de Montréal
 - l'utilisation d'un observatoire d'astronomie
 - une excursion géologique sur le terrain
- Des laboratoires fraîchement rénovés et à la fine pointe de la technologie
- Plusieurs mesures d'aide pour faciliter ton intégration à la 1^{re} session

Programmes universitaires contingentés intégrés par nos diplômés en Sciences de la nature au cours des dernières années :

MÉDECINE | PHARMACIE | SCIENCES BIOMÉDICALES | DROIT COOPÉRATIF | ERGOTHÉRAPIE | KINÉSIOLOGIE | NUTRITION | ARCHITECTURE

Étudiant d'un jour
AU COLLÈGE DE VALLEYFIELD

JOURNÉE COMPLÈTE OU DEMI-JOURNÉE

d'exploration dans le programme de ton choix! INSCRIPTION : www.colval.qc.ca/edj



**Collège de
Valleyfield**

L'HISTOIRE • L'EXPÉRIENCE • LE SUCCÈS

www.colval.qc.ca

communication@colval.qc.ca | 450 373-9441 poste 253

imprimerie
multiplus



Syndicat des
ENSEIGNANTES ET DES ENSEIGNANTS
du Collège de Valleyfield

COOPSCO



axia