



12

LE PHOSPHATE DANS
NOTRE ASSIETTE

16

L'ACCEPTATION DES ÉMOTIONS
AU COEUR DU BIEN-ÊTRE

24

LE DARK SIDE DU PH.D

CES *DIÈTES* QUI NE TIENNENT JAMAIS LEURS *PROMESSES*

8



20

LE CYCLE D'UN SOUVENIR
TRAUMATIQUE

FORMATIONS & CONFÉRENCES OUVERTES *à tout le monde*

Dates limites

Mai 2022

Date limite pour soumettre un article de vulgarisation pour le numéro de l'automne 2022 de *La Fibre*.

Novembre 2022

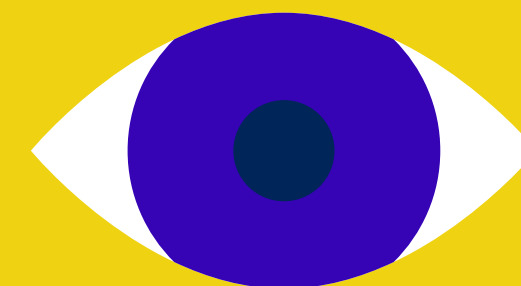
Date limite pour soumettre un article de vulgarisation pour le numéro du printemps 2023 de *La Fibre*.

Février 2023

Date limite pour soumettre une BD, un balado, une infographie ou une vidéo pour le concours de vulgarisation scientifique.

*Pour plus de détails sur les formations
et conférences à venir, suivez notre page
Facebook ou visitez le site internet de Sciences
101 - Vulgarisation UQAM*

Bénévoles en révision d'articles de vulgarisation scientifique recherché·es



La vulgarisation scientifique vous
tient à cœur?

Vous avez de l'expérience ou désirez en acquérir
en révision d'articles de vulgarisation scientifique?

Rejoignez-vous à l'équipe de Sciences 101 en tant que réviseur·euse dans le
comité de révision de la revue *La Fibre*.



Pour plus d'information, envoyez-nous un courriel
à vulgarisation@sciences101.ca



L'EMPATHIE COMME *COLLE* À NOTRE SOCIÉTÉ

*Joignez-vous à nous et développons ensemble
cette capacité empathique! Bonne lecture!*

Juliette François-Sévigny
pour l'équipe de Sciences 101 - Vulgarisation UQAM

i

« Il doit y avoir cette envie
d'aider l'autre et de soulager
sa souffrance. En comprenant son
état affectif, cela permet d'avoir
une réponse appropriée et de bien
diriger ses actions.³ »

« L'humanité vit un déficit
d'empathie. » C'est ce qu'affirmait
l'ancien président américain, Barack
Obama, il y a près de 16 ans, en
ajoutant qu'il s'agissait d'un véritable
enjeu sociétal¹. C'était bien avant que
la crise pandémique actuelle ne fasse
réaliser à plusieurs l'importance de
la qualité de la présence des autres².
En effet, en étant coupé.es de nos
relations tenues pour acquises,
la majorité d'entre nous s'est aperçue
qu'une discussion sur Zoom était
loin d'être aussi satisfaisante qu'une
discussion en face-à-face.

L'empathie est la capacité de s'iden-
tifier à l'autre, et à son vécu³.
Cependant, "c'est plus que ça",
indique Charles-Antoine Barbeau-
Meunier, lequel poursuit des études
doctorales en médecine après
avoir effectué une maîtrise en
sociologie s'intéressant à la question
de l'effritement empathique dans
le système de santé. « Il doit y
avoir cette envie d'aider l'autre
et de soulager sa souffrance.

En comprenant son état affectif,
cela permet d'avoir une réponse
appropriée et de bien diriger ses
actions.³ »

Ce dernier est convaincu que l'empa-
thie se trouve à être la clé pour venir
à bout des crises sociales telles que
la pandémie de COVID-19⁴. À cet
effet, l'étudiant en médecine explique
le succès de la Nouvelle-Zélande
dans la lutte contre la COVID-19 par
des stratégies axées sur l'empathie
impliquant, notamment, d'être
à l'écoute des communautés et
de faire consensus avec un plan clair
et transparent⁵. L'empathie a donc le
potentiel d'être la colle qui maintient
notre société. Bien que ce soit cou-
teux cognitivement, l'empathie peut
être travaillée. Certains exercices
favorisent ce travail tels que ceux
de présence attentive⁶. À cet effet,
les applications mobiles que sont
Headspace et Petit Bambou peuvent
vous accompagner dans la pratique
de la présence attentive.

¹ Honigsbaum, M. (2013, 4 janvier). Barack Obama and the "empathy deficit". *The Guardian*.

² Noël, M. (2021, 2 janvier). L'empathie pour survivre à la pandémie. *La Tribune*.

³ Noreau, L. (2018, 17 novembre). Où est passée l'empathie? *Le Devoir*.

⁴ Cotnoir, C. (2019, 5 juin). L'empathie, la clé pour résoudre les crises sociales. *La Tribune*.

⁵ Barbeau-Meunier, C-A. (2021, 13-14 mai). *La révolution bienveillante: Comment l'empathie a le potentiel de soigner, humaniser et transformer le réseau de la santé* [communication orale]. 30^e congrès annuel de l'Association québécoise de soins palliatifs.

⁶ Schonert-Reichl, K. A., Oberle, E., Lawlor, M. S., Abbott, D., Thomson, K., Oberlander, T. F. et Diamond, A. (2015). Enhancing cognitive and social-emotional development through a simple-to-administer mindfulness-based school program for elementary school children: A randomized controlled trial. *Developmental Psychology*, 51(1), 52-66.

S
O

M

M

A

I

L'équipe

Christine Therriault
Présidente

Vincent Gosselin Boucher
Vice-Président

Nick-Kevin Jérôme
Secrétaire et trésorier

Zachari'Anne Bemba
Responsable aux affaires internes

Juliette François-Sévigny
Coordonnatrice à la vulgarisation
Éditrice en chef de la revue *La Fibre*

Nazdar Roy
Responsable aux communications
Responsable à la revue *La Fibre*

Anne Prigent
Responsable aux communications

Max Dufaud
Responsable aux communications

Nessa Ghassemi-Bakhtiari
Coordonnatrice au contenu scientifique

Célia Kingsbury
Coordonnatrice aux événements

Comité de révision
Étienne Aumont
Marie-Joëlle Beaudoin
Anne-Laurence Gagné
Nessa Ghassemi-Bakhtiari
Vincent Gosselin Boucher
Maude Hamilton
Marguerite Martel
Marc-André Gaudry

40

Entrevue avec Catherine Lord,
consultante scientifique

ENTREVUE

8

CES DIÈTES QUI NE TIENNENT JAMAIS LEURS PROMESSES

E

R

12

LE PHOSPHATE DANS NOTRE ASSIETTE

16

L'ACCEPTATION DES ÉMOTIONS AU COEUR DU BIEN-ÊTRE

20

LE CYCLE D'UN SOUVENIR
TRAUMATIQUE

24

LE *DARK SIDE* DU PH. D.

28

UN ALLER-RETOUR VERS L'ESPACE AU PRIX DE SA SANTÉ
MUSCULAIRE

32

LE CERVEAU, UNE MACHINE
À CONDITIONNER

36

ARSENIC ENTRE TÊTE
ET MER

CES DIÈTES QUI NE TIENNENT JAMAIS LEURS PROMESSES

MYRIAM BEAUDRY



Étudiante au doctorat en nutrition

Myriam est nutritionniste-diététiste et étudiante au doctorat en nutrition à l'Université de Montréal. Ses travaux de recherche portent sur l'utilisation des oméga-3 pour cibler des facteurs de risque du diabète de type 2 et ce, plus spécifiquement dans le tissu adipeux. Lorsqu'elle n'est pas en train de faire des entrevues pour son balado *Tête-à-tête avec la science* ou de vulgariser la nutrition sur Instagram, elle est sur son vélo ou dans ses souliers de course quelque part à Montréal.



Les diètes sont omni-présentes dans notre société. Peu de gens passeront au travers de leur vie sans être tentés par une diète amaigrissante à un moment où un autre. Cette pression d'être mince est durement ancrée dans nos standards de beauté et cause des ravages à la santé. L'inefficacité des diètes n'est plus un secret et le manque de volonté est loin d'en être la cause : le corps s'adapte physiologiquement pour lutter contre la restriction et la perte de poids subséquente.

Le poids corporel représente la force de la pesanteur que la Terre exerce sur nous. Cela pourrait sembler simple, non ? En réalité, il s'agit d'un sujet complexe, sensible et dont bien des gens sont insatisfaits. Selon les données de l'organisme ÉquiLibre de 2021, deux personnes sur trois souhaitent maigrir, et ce, peu importe leur poids. D'un autre côté, il est estimé que plus de 80 % des gens reprennent le poids perdu, et même plus, dans les cinq années suivant une diète amaigrissante¹. Ainsi, les questions suivantes se posent : est-ce parce que la diète amaigrissante miracle n'a pas encore été découverte ? Est-ce dû à un manque de volonté ? Dans une société où les standards de beauté valorisent la minceur au profit de la diversité corporelle, une réflexion collective est de mise.

Que ce soit la diète cétogène, le jeûne intermittent ou le plan alimentaire à 29,99 \$ sur Facebook, les diètes amaigrissantes ont toutes un point commun : elles induisent une restriction calorique, menant à une perte de poids à court terme. Les mots *court terme* sont importants, car le maintien du poids perdu est l'exception plus que la norme. Qu'est-ce qui explique ce taux d'échec de 80 % ? Une partie de la réponse se trouve dans les adaptations physiologiques du corps face aux diètes amaigrissantes.

Se mettre en mode « économie d'énergie »

Sur le plan de l'évolution, le corps humain a mis en place de nombreux mécanismes pour survivre à l'époque où la nourriture était rare et où les famines étaient courantes³. Aujourd'hui, notre corps ne fait pas la différence entre une diète pour un *Summer Body* et une famine. En effet, une restriction calorique se produit lorsque les apports énergétiques provenant des calories des aliments sont inférieurs à la dépense. La dépense énergétique comprend le métabolisme basal, la digestion des aliments, le maintien de la température corporelle et l'activité physique². Dans le corps, l'équilibre énergétique est caractérisé par un apport en énergie égal à l'énergie dépensée quotidiennement, menant à un poids stable. Le gain de poids se produit lorsque les apports sont supérieurs à la dépense, alors que la perte de poids survient lorsque l'apport en calories est inférieur à l'énergie dépensée. En présence d'une restriction calorique, le métabolisme basal diminue⁴. De la même manière que notre téléphone cellulaire qui tombe en mode « économie d'énergie » lorsque la pile est faible, cette adaptation vise à maintenir les fonctions vitales du corps en période de restriction.

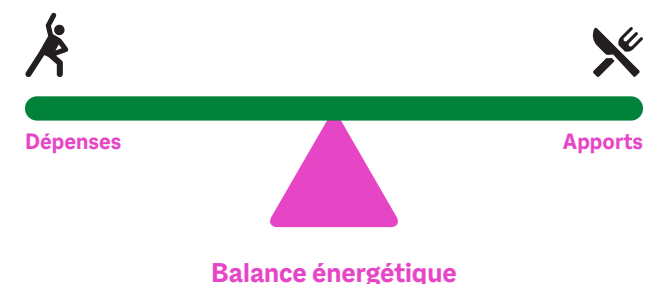


Figure 1. Balance énergétique du corps humain représentée par des apports équivalents aux dépenses

¹ Anderson, J. W., Konz, E. C., Frederich, R. C. et Woodl, C. L. (2001). Long-term weight-loss maintenance: a meta-analysis of US studies. *The American journal of clinical nutrition*, 74(5), 579-584.

² Westerterp, K. R. (2017). Control of energy expenditure in humans. *European journal of clinical nutrition*, 71(3), 340-344.

³ Sellayah D., Cagampang, F. R. et Cox, R. D. (2014). On the evolutionary origins of obesity: a new hypothesis. *Endocrinology*, 155(5), 1573-1588.

⁴ Melby, C. L., Paris, H. L., Foright, R. M. et Peth, J. (2017). Attenuating the biologic drive for weight regain following weight loss: Must what goes down always go back up?. *Nutrients*, 9(5), 468.

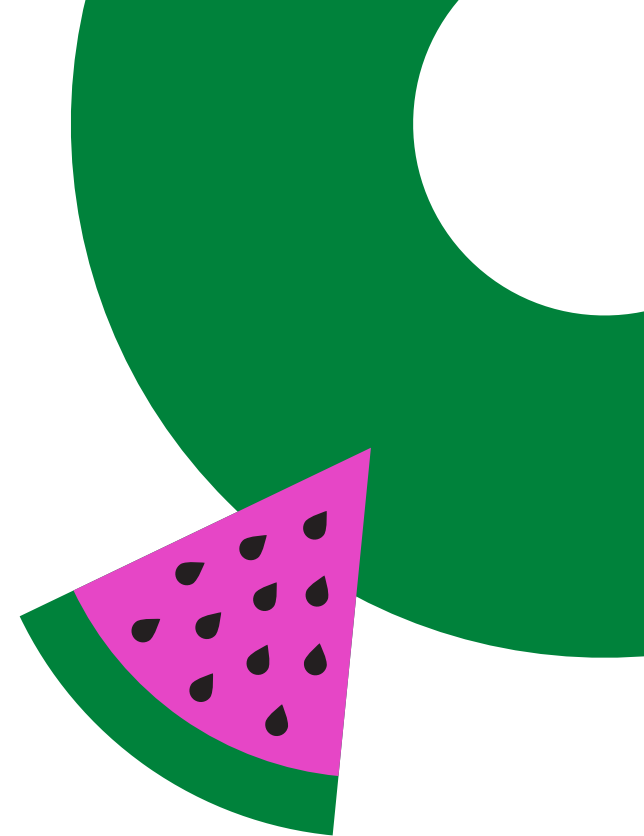
⁵ Coll, A. P., Yeo, G. S. (2013). The hypothalamus and metabolism: integrating signals to control energy and glucose homeostasis. *Current opinion in pharmacology*, 13(6), 970-976.

⁶ Reed, J. L., Chaput, J. P., Tremblay, A. et Doucet, É. (2013). The maintenance of energy balance is compromised after weight loss. *Canadian journal of diabetes*, 37(2), 121-127.

⁷ Ochner, C. N., Barrios, D. M., Lee, C. D. et Pi-Sunyer, F. X. (2013). Biological mechanisms that promote weight regain following weight loss in obese humans. *Physiology & Behavior*, 120, 106-113.

⁸ Polidori, D., Sanghvi, A., Seeley, R. J. et Hall, K. D. (2016). How strongly does appetite counter weight loss? Quantification of the feedback control of human energy intake. *Obesity (Silver Spring Md.)*, 24(11), 2289-2295.

⁹ Brown, J., Clarke, C., Johnson Stoklossa, C., Sievenpiper, J. (2020). Canadian adult obesity clinical practice guidelines: Medical nutrition therapy in obesity management. *Obesity Canada*.



UNE HORMONE

SÉCRÉTÉE PAR

L'ESTOMAC, LA

GHRÉLINE, STIMULE

L'APPÉTIT. AVANT UN

REPAS, ELLE EST PLUS

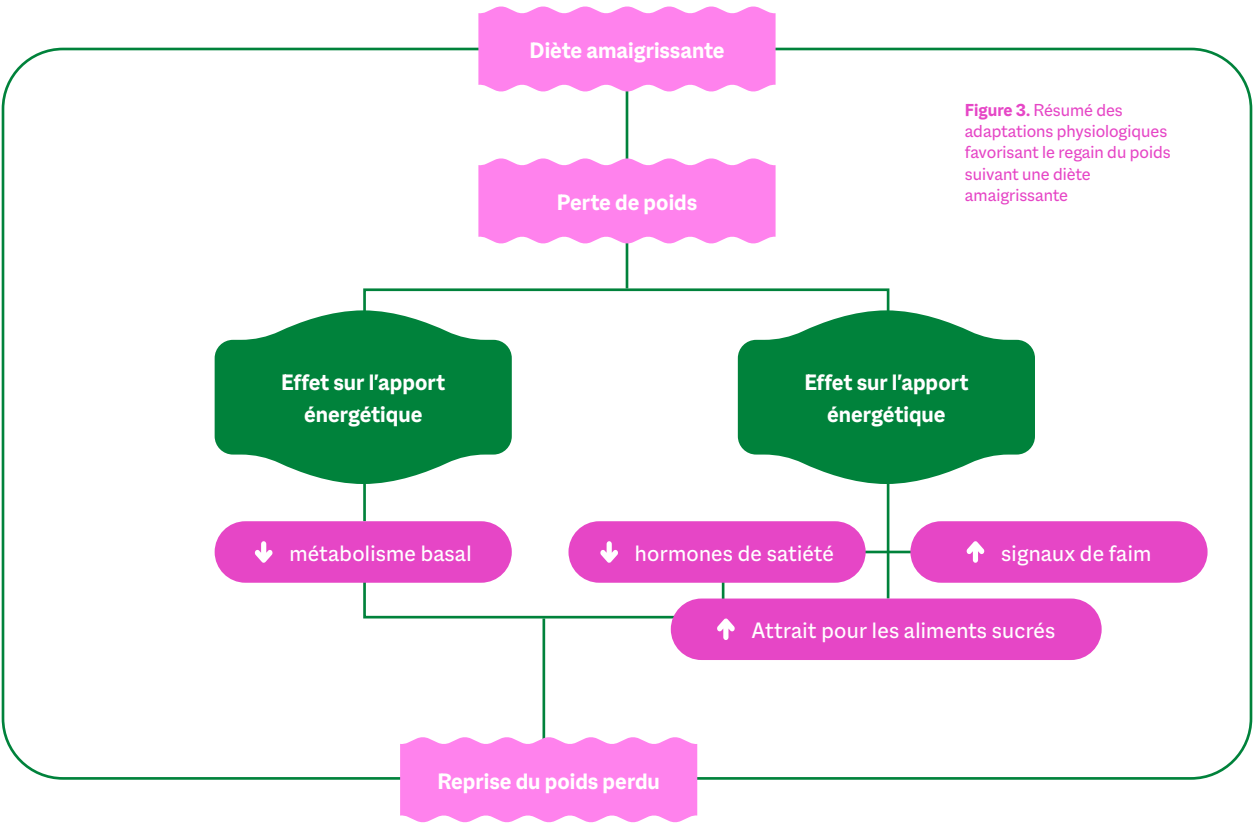
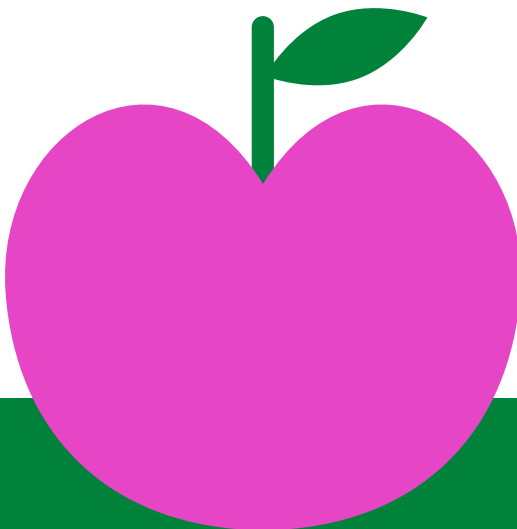
ÉLEVÉE DANS LE

SANG, CE QUI ENVOIE

LE SIGNAL DE FAIM.

Le cerveau comme chef d'orchestre

L'hypothalamus est une petite structure située à la base du cerveau. Sa petite taille n'est pas à s'y méprendre, car cette structure est cruciale à l'équilibre de nombreuses fonctions dans le corps, dont le maintien du poids⁵. En présence d'une restriction calorique, telle une tour de contrôle qui sonne l'alarme, l'hypothalamus met en place une panoplie de mécanismes pour contrer cette menace à l'équilibre du corps. Cette structure se compare au thermostat dans une maison: lorsque la température d'une pièce descend sous celle qui est souhaitée, le chauffage s'active pour ramener la température à ce qu'elle devrait être. L'hypothalamus orchestre les mécanismes de variations des hormones impliquées dans la sensation de faim et de rassasiement⁵. Une hormone sécrétée par l'estomac, la ghréline, stimule l'appétit. Avant un repas, elle est plus élevée dans le sang, ce qui envoie le signal de faim. Au fur et à mesure que le repas avance, sa sécrétion diminue, puis une autre hormone arrive en scène: la leptine. Dérivé du mot grec *leptos* qui signifie « mince », cette hormone est sécrétée principalement par le tissu graisseux. Elle indique au cerveau de cesser d'envoyer des signaux qui stimulent la faim⁶. La leptine est donc parfois appelée « l'hormone de la satiété ». Elle est d'ailleurs sécrétée à la quantité de masse grasse dans le corps.



Suivant une perte de poids, la sécrétion de leptine est donc fortement diminuée, résultant en une sensation de satiété moindre entre les repas⁷. D'autres hormones contribuant à la satiété diminuent également⁷. La sécrétion de ghréline est aussi changée après une restriction calorique. En effet, l'estomac sécrète davantage de ghréline, ce qui se traduit par une sensation de faim accrue⁷. En 2016, une équipe de chercheur-es a réalisé la démonstration que chaque kilogramme de poids perdu mène à une augmentation de la faim d'environ 100 calories⁸. 100 calories est l'énergie retrouvée dans une banane ou une tranche de pain... Cela peut sembler négligeable. Cependant, pour une personne perdant 4,5 kg de poids corporel (environ 10 livres), c'est une augmentation de la faim de 450 calories, soit environ un repas complet! Les zones du cerveau liées à la récompense subissent également des changements, augmentant l'attrait pour les aliments riches en gras et en sucre^{4,7}. Ainsi, le corps dépense moins d'énergie et il nous envoie une panoplie de signaux pour augmenter l'apport alimentaire.

Changer le paradigme et le discours sur le poids

Tout cela se produit sous le seuil de la conscience et est indépendant de la volonté... Pour ce qui est de l'amélioration de la santé physique, la compréhension de ces mécanismes entraîne actuellement un changement de paradigme où l'attention est attirée sur les habitudes de vie, plutôt que le poids uniquement⁹. Individuellement, mieux comprendre les adaptations de notre corps face à la restriction énergétique peut aider à poser un regard plus critique à l'égard des diètes amaigrissantes et à prendre une décision plus éclairée pour soi. Cette compréhension peut amener à cultiver plus de bienveillance à l'égard du corps qui lui, tente simplement de se protéger de ce qu'il perçoit comme une famine.

LE PHOSPHATE DANS NOTRE ASSIETTE

SOULEÏMEN JMII



Candidat au doctorat en biochimie

Souleïmen est candidat au doctorat en Biochimie à l'Université du Québec à Montréal. Il s'intéresse à la structure des protéines végétales et étudie, sur le plan moléculaire, la manière dont les plantes s'adaptent aux stress environnementaux (sécheresse, froid, carences...) afin de sélectionner des variétés plus résilientes pour l'agriculture. Il est passionné par l'astronomie depuis son plus jeune âge, et ne se sépare jamais de sa musique.

Les végétaux ont l'incroyable capacité d'emmagasiner l'énergie du soleil en une nouvelle forme d'énergie : les sucres. Cette énergie profite à son tour aux bactéries, aux champignons et aux animaux. Pour réaliser cette prouesse, il faut prélever du sol des nutriments essentiels à leur croissance, mais depuis les grandes révolutions agricoles intensives des années 1970, l'abondance de ces nutriments décroît.

Nourrir dix milliards d'êtres humains d'ici 2050¹ constitue le prochain défi de l'humanité. Les premières civilisations agricoles se sont développées autour de cours d'eau tels que le Nil en Égypte et le Tigre en Mésopotamie, là où les sols sont les plus fertiles². Montréal a également été fondée sur des terres fertiles comme le sont les berges du Saint-Laurent³. Néanmoins, depuis le 18^e siècle et l'essor de l'industrialisation, les différentes actions humaines menacent les terres agricoles. D'une part, l'exploitation agricole intensive épuise les sols des

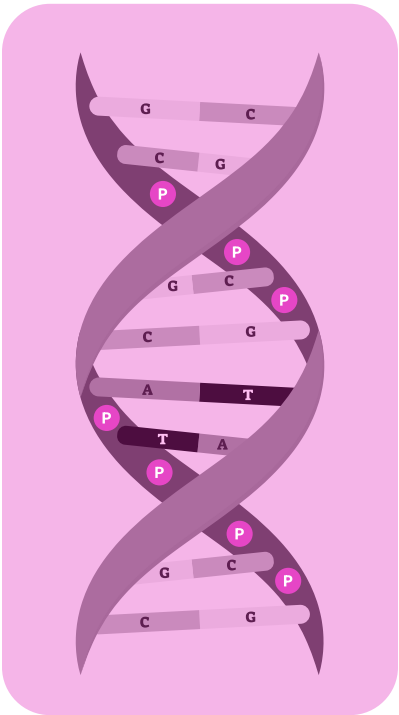


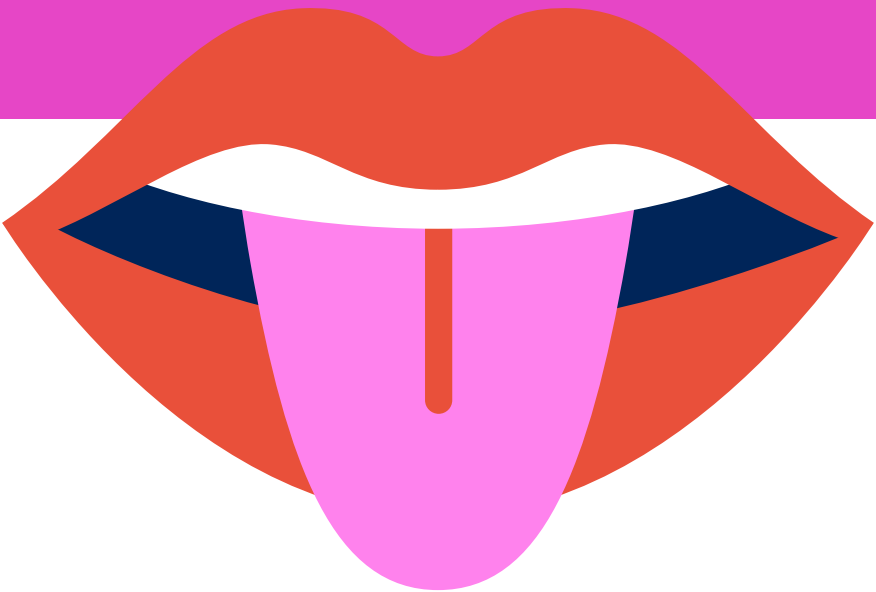
Figure 1. Structure de la molécule d'ADN. L'acide désoxyribonucléique, ou ADN est formé de quatre briques (A: Adénine, T: Thymine, G: Guanine, C: Cytosine) liées chacune à un sucre, le ribose (en violet). Ces quatre briques s'associent entre elles grâce au phosphate (en jaune) et constituent l'information génétique de chaque individu.

nutriments essentiels à la croissance des plantes. Cette pratique ne laisse aucune matière organique se décomposer pour nourrir le sol à nouveau. D'autre part, l'étalement urbain recouvre les ressources naturelles de béton, et l'élévation du niveau de la mer menace d'inonder les terres cultivables.

L'équilibre du phosphore dans la cellule, une régulation permanente

Le phosphore, le potassium et l'azote constituent les trois éléments nécessaires à la croissance des plantes³. Le phosphore est absorbé directement par les racines sous une forme assimilable, le phosphate inorganique^{4,5}. Ce dernier se lie à d'autres minéraux dans le sol, comme le calcium ou le fer⁶. Le phosphate inorganique est très important dans les cellules, car il participe aux structures et fonctions moléculaires. Il stabilise notamment le matériel génétique des plantes en créant des liens physiques entre les briques de la molécule d'ADN et il entre dans la composition de la membrane des cellules⁶.

La plante régule en continu cet apport nutritionnel du phosphore, et l'entrepose dans des compartiments cellulaires qui servent de « garde-manger » : la vacuole⁷. La vacuole est une citerne d'eau et de nutriments qui assure la survie de la cellule végétale dans des conditions plus difficiles. Ainsi, la plante puise dans des réserves de phosphate à sa disposition et assure un apport continu en cas de pénurie. Afin d'y entreposer le phosphate prélevé du sol, il faut ouvrir des canaux précis à la surface de ce compartiment¹⁵. Ces derniers s'ouvrent à la suite de la liaison d'une molécule d'inositol pyrophosphate 8 (InsP₈)^{8,14}. En d'autres termes, c'est le phosphate lui-même qui contribue à former la clé qui ouvre la serrure du compartiment dans lequel la plante l'entrepose. C'est un mécanisme chimique idéal pour mesurer les quantités de phosphate à l'intérieur de la cellule et répondre en temps réel aux besoins du végétal⁹.



¹ Dufumier, M. Comment nourrir 9 milliards de personnes en 2050 ?

² Dorozynski, A. (1977). Pour que le Croissant fertile porte bien son nom. *CRDI explore*, 6(4).

³ Ancil, P. (2002). *Saint-Laurent: La Main de Montréal*. Les éditions du Septentrion.

⁴ Miyasaka, S. C. et Habte, M. (2001). Plant mechanisms and mycorrhizal symbioses to increase phosphorus uptake efficiency. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 32(7-8), 1101-1147.

⁵ Zhu, J., Lau, K., Puschmann, R., Harmel, R. K., Zhang, Y., Pries, V., Gaugler, P., Broger, L., Dutta, A. K., Jessen, H. J., Schaaf, G., Fernie, A. R., Hothorn, L. A., Fiedler, D., & Hothorn, M. (2019). Two bifunctional inositol pyrophosphate kinases/phosphatases control plant phosphate homeostasis. *Elife*, 8, e43582.

⁶ Cordovil, C. M. et al. in *Climate Change and Soil Interactions* 613-662 (Elsevier, 2020).

⁷ Yang, S.-Y., Huang, T.-K., Kuo, H.-F. et Chiou, T.-J. (2017). Role of vacuoles in phosphorus storage and remobilization. *Journal of experimental botany*, 68(12), 3045-3055.

⁸ Luan, M. & Lan, W. (2019). Escape routes for vacuolar phosphate. *Nature plants*, 5, 9-10.

⁹ Wild, R., Gerasimaite, R., Jung, J. Y., Truffault, V., Pavlovic, I., Schmidt, A., Saiardi, A., Jessen, H. J., Poirier, Y., Hothorn, M., & Mayer, A. (2016). Control of eukaryotic phosphate homeostasis by inositol polyphosphate sensor domains. *Science*, 352(6288), 986-990.

Le phosphate inorganique, du sol vers sa forme active

Le phosphate est absorbé directement par les racines, ou grâce à des relations que les plantes entretiennent avec des champignons^{7,8}. Ces champignons sont capables d'aller chercher les nutriments plus loin dans le sol grâce à de petites racines fines qui grandissent rapidement. En contrepartie, les plantes, en utilisant la lumière du soleil, fournissent des sucres aux champignons pour assurer cette croissance rapide. Ces échanges, appelés *symbioses*, sont bénéfiques pour les deux partenaires¹⁰. Une fois absorbé, le phosphate inorganique entre dans les cellules par l'intermédiaire de canaux spécifiques ancrés à la membrane des cellules des racines¹¹. Plus particulièrement, il est d'abord utilisé sous sa forme brute pour créer de nouveaux organes de la plante. Puis, une fois en grande quantité dans le cytosol, soit le liquide interne de la cellule, le phosphate est pris en charge par des enzymes, c'est-à-dire des petites molécules capables de réaliser spécifiquement la transformation de ce phosphate en composés actifs. Pour ce faire, les enzymes recrutent une molécule



d'inositol, un cousin du glucose, sur laquelle ils greffent jusqu'à six phosphates inorganiques provenant du sol. La molécule devient alors un inositol hexaphosphates (InsP_6)¹². Ces sucres sont des molécules actives, c'est-à-dire qu'elles peuvent être reconnues par des récepteurs et activer des mécanismes dans la cellule pour répondre à des besoins^{8,13}. Cependant, l' InsP_6 n'est pas la forme finale de ce nouveau messenger cellulaire. La molécule peut se faire greffer deux groupements phosphates supplémentaires et former une molécule encore plus active: l'inositol pyrophosphate 8 (InsP_8)⁸.

MALGRÉ LEURS ALLURES TRANQUILLES, LES VÉGÉTAUX SONT DES ORGANISMES RÉSILIENTS QUI S'ADAPTENT EN PERMANENCE À L'ÉVOLUTION NATURELLE DU CLIMAT ET AUX CONSÉQUENCES DE L'ACTION DES ÊTRES HUMAINS.

Malgré leurs allures tranquilles, les végétaux sont des organismes résilients qui s'adaptent en permanence à l'évolution naturelle du climat et aux conséquences de l'action des êtres humains. L'appauvrissement des terres agricoles en nutriments met à mal la santé des végétaux. Comprendre le mécanisme d'assimilation du phosphate par la plante permet d'identifier les acteurs qui régulent cette voie. Ces informations permettront aux chercheurs de concevoir et sélectionner des variétés capables de croître dans des conditions de carence en nutriments essentiels. Mais repenser l'agriculture de demain est aussi une action de chacun.e, en choisissant de mettre dans son assiette dès aujourd'hui des aliments provenant de chaînes de productions agricoles écoresponsables.

¹⁰ Karandashov, V., Nagy, R., Wegmüller, S., Amrhein, N. et Bucher, M. (2004). Evolutionary conservation of a phosphate transporter in the arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(16), 6285-6290.

¹¹ Osorio, M. B., Ng, S., Berkowitz, O., De Clercq, I., Mao, C., Shou, H., Whelan, Z., Jost, R. (2019). SPX4 acts on PHR1-dependent and-independent regulation of shoot phosphorus status in Arabidopsis. *Plant physiology*, 181(1), 332-352.

¹² Cridland, C. & Gillasp, G. (2020). Inositol pyrophosphate pathways and mechanisms: What can we learn from plants? *Molecules*, 25(12), 2789.

¹³ Murphy, A. M., Otto, B., Brearley, C. A., Carr, J. P. et Hanke, D. E. (2008). A role for inositol hexakisphosphate in the maintenance of basal resistance to plant pathogens. *The Plant journal*, 56(4), 638-652.

¹⁴ Ried, M. K., Wild, R., Zhu, J., Pipercevic, J., Sturm, K., Broger, L., Harmel, R. K., Abriata, L. A., Hothorn, L. A., Fiedler, D., Hiller, S. et Hothorn, M. (2021). Inositol pyrophosphates promote the interaction of SPX domains with the coiled-coil motif of PHR transcription factors to regulate plant phosphate homeostasis. *Nature communications*, 12(1), 1-13.

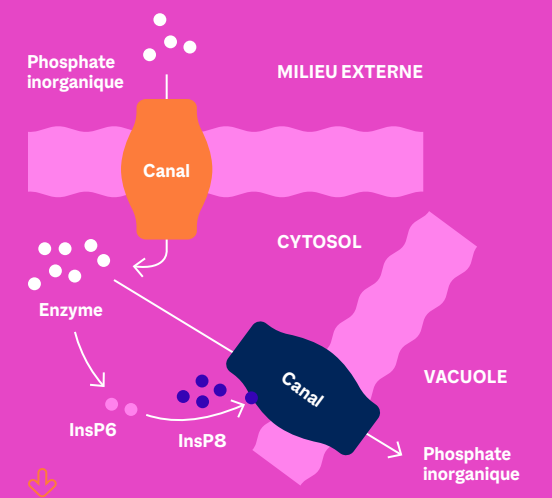
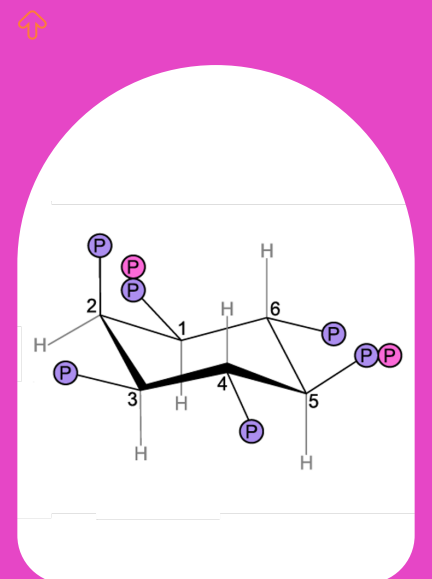


Figure 2. Du phosphate inorganique à l'InsP8. Les cellules des racines possèdent des canaux (en orange) capables de prélever le phosphate inorganique du sol vers le cytosol. Celui-ci est pris en charge par des enzymes, qui le greffent à l'inositol et qui devient une molécule active. Sa forme la plus active ouvre des canaux à la surface de la vacuole (en marine) pour entreposer le phosphate inorganique en grande quantité dans le cytosol.

Figure 3. La molécule d'inositol pyrophosphate 8¹⁴. La molécule d'inositol (en noir) et les six groupements phosphates (en violet) qui forment l'InsP6, ainsi que les deux groupements supplémentaires (en rose) qui permettent de former l'InsP8. Chaque groupement phosphate supplémentaire ajouté à l'inositol modifie ce messenger moléculaire qui peut alors ouvrir une serrure différente et répondre à des besoins spécifiques de la plante.



L'ACCEPTATION DES ÉMOTIONS EST AU CŒUR DU BIEN-ÊTRE

ÉVA LEFEBVRE



Étudiante libre aux cycles supérieurs

Éva et Catherine ont toutes deux un grand intérêt pour les sujets touchant de près ou de loin aux relations interpersonnelles. Si Éva s'intéresse particulièrement au bien-être et à la santé, pour Catherine, il s'agit du sommeil et du développement humain. En plus d'être des adeptes de l'activité physique, ce duo de passionnées apprécie grandement la méditation.

CATHERINE CIMON-PAQUET



Candidate au doctorat en psychologie

Plusieurs personnes croient que les émotions agréables sont souhaitables et que les émotions désagréables sont néfastes. Cependant, les émotions désagréables sont essentielles à la santé mentale et peuvent agir comme une boussole qui aide à orienter leurs actions. La quête intensive du bonheur et des émotions agréables peut mener à une diminution du bien-être psychologique. De récentes études suggèrent plutôt que l'acceptation de toutes les émotions, agréables ou désagréables, pourrait constituer une voie vers le bien-être.



Métaémotion: Une métaémotion est une émotion ou une pensée reliée à d'autres émotions vécues simultanément.

¹ Ford, B. Q. et Troy, A. S. (2019). Reappraisal reconsidered: A closer look at the costs of an acclaimed emotion-regulation strategy. *Current Directions in Psychological Science*, 28(2), 195-203.

² Kotsou, I., Leys, C. et Fossion, P. (2018). Acceptance alone is a better predictor of psychopathology and well-being than emotional competence, emotion regulation and mindfulness. *Journal of Affective Disorders*, 226, 142-145.



Charlie décide de rencontrer son patron afin de négocier et d'améliorer ses conditions de travail. Elle sait que cette situation provoquera des émotions désagréables telles que la colère et la tristesse, mais que cette discussion est importante pour son avenir. En se préparant, des proches lui disent que « tout va bien aller » et qu'elle doit s'efforcer d'exprimer des émotions agréables comme de la sérénité ou de la joie durant la rencontre.

Toutefois, plusieurs études scientifiques suggèrent que dans ce type de situation, les émotions agréables et désagréables doivent pouvoir coexister puisqu'elles ont différentes fonctions¹. En effet, les émotions désagréables sont parfois souhaitables, notamment lorsqu'elles nous permettent de cheminer vers nos buts. Certaines stratégies visant à réduire l'ampleur des émotions désagréables pourraient même nuire à Charlie lors de ses négociations.

Privilégier l'acceptation des émotions

Les personnes qui acceptent leurs émotions réagissent moins fortement lorsqu'elles les vivent et ainsi, leurs émotions désagréables sont passagères et de plus courte durée². L'acceptation permet d'atténuer l'émotion et de laisser place à un autre état émotionnel plutôt que de l'intensifier en la jugeant ou en l'invalidant. De ce fait, accepter le registre complet d'émotions humaines augmenterait également le bien-être psychologique^{2,3}.

L'acceptation des émotions n'est pas synonyme de résignation et d'acceptation de la situation. Au contraire, accepter la présence d'émotions désagréables peut devenir un moteur de changement puisque l'acceptation permet de les utiliser pour atteindre des objectifs. Par exemple, la colère de Charlie peut l'aider à négocier ses conditions de travail en l'aidant à mettre de l'avant son indignation auprès de son patron. En ce sens, vivre des émotions désagréables dans un contexte où elles s'avèrent utiles est associé à un plus grand bien-être en général⁴. L'acceptation des émotions est une stratégie de régulation des émotions en soi. Toutefois, l'intention n'est pas de fixer un but relié à une émotion souhaitable³ comme de souhaiter ressentir de la joie lorsque l'émotion vécue est de la tristesse. En effet, alors que certaines stratégies sont utilisées dans le but de se sentir mieux, le but de l'acceptation des émotions est de s'abandonner à l'émotion et de la vivre, plutôt que d'essayer de la transformer volontairement ou de la contrôler.

Le paradoxe de la poursuite du bonheur

Les émotions agréables ont de nombreux bienfaits sur la santé mentale, car elles permettent de considérer plus de possibilités, d'élargir notre perspective sur une situation et même de favoriser la résilience^{5,6}. Toutefois, les personnes qui seraient intensément en quête du bonheur vivraient plus de métaémotions* comme se sentir coupable de ressentir de la colère ou trop peu de joie⁷. Par ailleurs, l'utilisation d'une stratégie de régulation émotionnelle pour enrayer une émotion désagréable ressentie, qui serait toutefois en cohérence avec les valeurs et l'identité d'une personne, pourrait diminuer le sentiment d'authenticité, laissant place à des métaémotions¹.

Lorsque les personnes croient que les émotions agréables sont bonnes et que les émotions désagréables sont mauvaises, elles ont tendance à utiliser des stratégies visant à contrôler de manière excessive leurs émotions, ce qui peut devenir néfaste pour leur santé mentale⁸. Les types de stratégies utilisés sont entre autres la suppression émotionnelle et la réévaluation cognitive. La première est généralement considérée comme nuisible, car elle consiste à ignorer ses émotions¹. La seconde implique de repenser à une situation passée, mais de l'envisager avec une nouvelle perspective afin de se sentir mieux, ce qui entraîne généralement plusieurs bienfaits sur la santé mentale⁹. Par contre, des scientifiques remettent en question l'aura positive accordée à la réévaluation cognitive puisque plusieurs personnes peuvent avoir de la difficulté à la mettre en pratique et qu'elle peut être inappropriée dans certains contextes¹.



Contrôler ses émotions désagréables a un coût

Il y a des situations où il est préférable de s'appuyer sur ses émotions désagréables afin d'orienter ses actions, plutôt que de les repenser. Les émotions désagréables peuvent indiquer qu'il est nécessaire d'effectuer des changements ou des actions, par exemple lorsqu'une situation s'avère problématique. Elles peuvent même devenir une source de motivation et d'énergie vers l'atteinte d'un but¹⁰. Dans une situation menaçante pour la santé individuelle et collective, la peur peut motiver les personnes à adopter des comportements favorisant leur santé¹¹. Au niveau individuel, il est possible de penser aux agressions en contextes conjugaux ou de racisme, où la réévaluation cognitive de la peur peut être délétère pour la santé mentale et physique². Dans une situation où la santé collective est menacée comme dans le cas d'une pandémie, le fait de reconsidérer la peur peut réduire la motivation d'adopter des comportements de santé qui peuvent protéger la communauté. En effet, puisque la peur est amoindrie, les individus peuvent être, par exemple, moins motivés à se laver les mains fréquemment pour prévenir la propagation d'un virus¹¹.

Dans certains contextes, minimiser les impacts de la situation peut encourager les personnes à rester dans des situations problématiques et dangereuses. Les exemples mentionnés, ainsi que celui de Charlie, qui peut utiliser sa colère pour mieux négocier ses conditions de travail, montrent que les émotions négatives sont essentielles afin de fonctionner et de vivre en communauté. La réévaluation cognitive étant inadéquate dans certains contextes, l'acceptation des émotions s'avère une solution intéressante².

Accepter les émotions pour favoriser le bien-être individuel et collectif

Toutes nos émotions, qu'elles soient agréables ou désagréables, sont valides et ont une fonction adaptative. En les acceptant, il est possible de découvrir une voie prometteuse afin d'augmenter le bien-être individuel, mais aussi collectif. En résumé, « les émotions sont tout comme des tunnels. Il faut traverser l'obscurité pour arriver à voir la lumière¹² ».

LES ÉMOTIONS

AGRÉABLES ONT DE NOMBREUX BIENFAITS

SUR LA SANTÉ

MENTALE.

³ Ford, B. Q., Lam, P., John, O. P. et Mauss, I. B. (2018). The psychological health benefits of accepting negative emotions and thoughts: Laboratory, diary, and longitudinal evidence. *Journal of Personality and Social Psychology*, 115(6), 1075-1092.

⁴ Tamir, M. et Ford, B. Q. (2012). Should people pursue feelings that feel good or feelings that do good? Emotional preferences and well-being. *Emotion*, 12(5), 1061-1070.

⁵ Gloria, C. T. et Steinhardt, M. A. (2016). Relationships among positive emotions, coping, resilience and mental health. *Stress and Health*, 32(2), 145-156.

⁶ Fredrickson, B. L. (2013). Positive emotions broaden and build. *Advances in experimental social psychology*, 47, 1-53.

⁷ Zerwas, F. K. et Ford, B. Q. (2021). The paradox of pursuing happiness. *Current opinion in behavioral sciences*, 39, 106-112.

⁸ Ford, B. Q. et Gross, J. J. (2019). Why beliefs about emotion matter: An emotion-regulation perspective. *Current directions in psychological science*, 28(1), 74-81.

⁹ Gross, J. J. et John, O. P. (2003). Individual differences in two emotion regulation processes: implications for affect, relationships, and well-being. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85(2), 348.

¹⁰ Kim, M. Y., Ford, B. Q., Mauss, I. et Tamir, M. (2015). Knowing when to seek anger: Psychological health and context-sensitive emotional preferences. *Cognition and emotion*, 29(6), 1126-1136.

¹¹ Smith, A. M., Willroth, E. C., Gatchpazian, A., Shallcross, A. J., Feinberg, M. et Ford, B. Q. (2021). Coping with health threats: The costs and benefits of managing emotions. *Psychological science*, 32(7), 1011-1023.

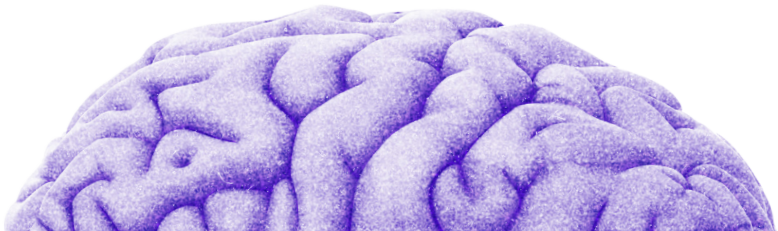
¹² Nagoski, E. et Naggoski, A. (2020). *Burnout*. Ballantine books

MARJOLAINE RIVEST-BEAUREGARD	*	Étudiante au doctorat en recherche en santé mentale
JUSTINE FORTIN	*	Étudiante au doctorat en neuropsychologie

Marjolaine et Justine travaillent toutes deux au sein du laboratoire des psychotraumatismes du Dr. Alain Brunet à l'Institut Douglas. Alors que la thèse doctorale de Marjolaine vise à mieux comprendre les réponses de stress post-traumatique à la suite de la pandémie, celle de Justine cible la réduction de la souffrance psychologique associée à un diagnostic de cancer du sein. Ce duo d'audacieuses conçoit qu'être chercheuse implique également de faire la promotion de la vulgarisation scientifique. Ainsi, c'est ce qu'elles font via leurs divers projets, tels que le podcast *Sors de ma tête* ou les chroniques radio à l'émission Folie Douce.

LE CYCLE D'UN SOUVENIR TRAUMATIQUE

Une expérience traumatique peut créer énormément de détresse par des intrusions dans les pensées et par des cauchemars. Ces symptômes psychologiques sont difficiles à éliminer et affectent la vie quotidienne. Le fait qu'une expérience traumatique puisse avoir autant d'impact sur la santé mentale est causé par la manière dont le souvenir de l'évènement est enregistré dans le cerveau, par le biais de la mémoire. Ainsi, lorsqu'un évènement traumatique est mémorisé, le souvenir peut devenir si fort qu'on le revit chaque fois qu'il est activé, et ce, sans qu'on puisse en avoir le contrôle.



CERTAINS MOMENTS QUE L'ON VIT S'ACCROCHENT À NOUS COMME DES SANGSUES.

Certains moments que l'on vit s'accrochent à nous comme des sangsues. Par exemple, Emmanuel se retrouve dans un grave accident de voiture. Il est au volant alors qu'il perd soudainement le contrôle sur l'autoroute et fait des tonneaux jusqu'à ce qu'il heurte un garde-fou. Au moment de la collision, Emmanuel ressent une peur extrême de perdre la vie. Encore deux ans après l'accident, Emmanuel ne cesse de penser à cette journée et au moment où il a perdu le contrôle en voiture, malgré le fait qu'il fait tout en son pouvoir pour penser à autre chose. Il en fait même régulièrement des cauchemars. Pour éviter de se remémorer et, par conséquent, de revivre l'accident de voiture en boucle, il refuse de conduire et de prendre l'autoroute lorsqu'il est passager.

Emmanuel a ce qui est appelé un trouble de stress post-traumatique, un diagnostic entraînant une douleur psychologique qui empêche de fonctionner normalement dans la vie quotidienne à cause de symptômes d'intrusion et d'évitement. L'activation non volontaire du souvenir relié à l'évènement traumatique ne fait donc qu'annoncer la venue de ses symptômes psychologiques. Alors pourquoi certains souvenirs douloureux, comme l'accident de voiture, occupent-ils une place aussi importante dans les pensées et les comportements d'Emmanuel, alors que d'autres souvenirs non émotionnels tels que son petit déjeuner de la semaine précédente ne sont qu'un vague souvenir pour lui ?



- Layton, B. et Krikorian, R. (2002). Memory mechanisms in posttraumatic stress disorder. *The Journal of neuropsychiatry and clinical neurosciences*, 14(3), 254-261.
- Paré, D. (2003). Role of the basolateral amygdala in memory consolidation. *Progress in neurobiology*, 70(5), 409-420.
- Carlson, E. B. et Dalenberg, C. J. (2000). A conceptual framework for the impact of traumatic experiences. *Trauma, violence, & abuse*, 1(1), 4-28.
- Nadel, L., Hupbach, A., Gomez, R. et Newman-Smith, K. (2012). Memory formation, consolidation and transformation. *Neuroscience & biobehavioral reviews*, 36(7), 1640-1645.
- McGaugh, J. L. (2000). Memory—a century of consolidation. *Science*, 287(5451), 248-251.
- Hamann, S. (2001). Cognitive and neural mechanisms of emotional memory. *Trends in cognitive sciences*, 5(9), 394-400.

SE REMÉMORER UN SOUVENIR TRAUMATIQUE EST COMPARABLE À REVIVRE LE TRAUMA.

La réactivation d'un souvenir émotionnel

Un souvenir traumatique a une valeur émotionnelle qui atteint un niveau extrême avec lequel il sera difficile pour d'autres souvenirs non émotionnels de faire compétition¹. Ainsi, l'amygdale, une région du cerveau jouant un rôle important dans l'expérience émotionnelle, est suractivée, faisant en sorte que le souvenir créé refait surface plus facilement et rapidement que les autres¹². Non seulement le souvenir revient-il en mémoire, mais les émotions qu'Emmanuel a vécues lors de l'évènement refont aussi surface, laissant donc cette impression de revivre le traumatisme¹. Par conséquent, se remémorer un souvenir traumatique est comparable à revivre le trauma.

Le niveau d'intensité émotionnelle du nouvel évènement est associé au fait que le souvenir est remémoré avec plus de détails¹ tel que l'odeur du café qui s'était déversé dans sa voiture lorsque la voiture d'Emmanuel a fait des tonneaux, l'heure exacte de l'accident ou même les sous-vêtements qu'il portait cette journée-là. Ainsi, afin d'éviter de revivre ce moment chaque fois qu'il refait surface, Emmanuel se met à éviter ce qui le déclenche³. Par exemple, il se tient loin des endroits qui lui rappellent l'évènement traumatique ou encore évite des personnes qui sont associées à l'évènement.

La mémoire et la formation des souvenirs non émotionnels.

Le mécanisme permettant à un souvenir d'être enregistré dans le cerveau est connu sous le nom de consolidation de la mémoire⁴. Ce processus rend possible qu'un nouvel évènement soit rangé dans notre mémoire à long terme, qui peut être comparée à une commode: il faut ouvrir un tiroir et le refermer. Ainsi, lorsque l'on crée un nouveau souvenir, il doit, tel un nouveau morceau de vêtement acheté, être rangé afin que l'on puisse le réutiliser plus tard. Le processus de déposer le morceau de linge dans la commode et de refermer le tiroir pour qu'il y reste représente le mécanisme de la consolidation.

Sur le plan biologique, la consolidation se traduit par plusieurs changements dans le cerveau. En effet, le nouvel évènement passe de la mémoire à court terme à la mémoire à long terme afin de créer un souvenir, qui pourra être réutilisé ou remémoré plus tard⁴. Ce mécanisme se poursuit et se renforce pendant votre sommeil, ou lors de périodes de repos, permettant ainsi à votre cerveau d'optimiser la création de nouvelles connexions, qui sont nécessaires à la consolidation⁴. Ce sont l'hippocampe et le cortex préfrontal, deux structures du cerveau, qui permettent au souvenir d'être consolidé dans la mémoire à long terme⁵. D'un côté, l'hippocampe a pour rôle le passage du nouvel évènement de la mémoire à court terme à la mémoire à long terme, comme lorsque l'on place un morceau de vêtement dans la commode. De l'autre, le cortex préfrontal s'assure que le nouveau souvenir a une place bien à lui dans la mémoire à long terme afin que cette dernière ne soit pas surchargée⁵.

Et qu'en est-il des souvenirs émotionnels?

Lorsque le nouvel évènement à consolider a fait vivre de fortes émotions telles que la détresse psychologique et la peur qu'Emmanuel a vécu lors de son accident de voiture, le même processus de consolidation est enclenché⁶. Cependant, l'amygdale prend en charge ce mécanisme, s'assurant ainsi que le nouvel évènement aura une place de choix dans la commode afin que le vêtement soit plus facile à prendre et bien visible chaque fois que le tiroir est ouvert^{2,7}. Ainsi, si l'amygdale guide la consolidation, les souvenirs émotionnels persistent dans le temps et ont donc plus de chance d'atteindre la mémoire à long terme, comparativement aux souvenirs

non émotionnels tels que le déjeuner lors d'une journée ordinaire⁶.

Le souvenir persistant créé par un évènement traumatique peut expliquer certains symptômes du trouble de stress post-traumatique tels les cauchemars et les pensées intrusives. Cependant, d'autres symptômes comme l'irritabilité ne peuvent pas être expliqués par le souvenir traumatique. Ainsi, quels autres aspects de l'évènement traumatique dictent si un trouble de stress post-traumatique sera développé, ou non?



LI-ANNE AUDET	*	Candidate au doctorat en sciences infirmières
MARJORIE CÔTÉ	*	Étudiante au baccalauréat en neurosciences cognitives
JULIE DOUCHIN	*	Étudiante au doctorat en biologie cellulaire
ALEXIS THIBAUT	*	Étudiant à la maîtrise en sciences de la santé

Li-Anne, Marjorie, Julie et Alexis sont toutes membres de l'organisme de vulgarisation scientifique Bistrobrian. Passionnée de recherche, de gin-tonics et de chats, Li-Anne, alias la « catlady », se trouve à être la trésorière de Bistrobrian. Quant à Marjorie, en plus d'être la responsable aux communications, elle apprécie la lecture, la peinture et est une excellente photographe. Fan de chant et de sport, Julie se trouve à être la vice-présidente de Bistrobrian. Enfin, Alexis assume le poste de directeur général de Bistrobrian. Dans ses temps libres, il aime rencontrer de nouvelles personnes, prendre des bains polaires et chanter / *Want It That Way* des Backstreet Boys.

L'obtention d'un doctorat est synonyme de réussite et d'accomplissement pour les étudiant.es passionné.es désirant devenir de futur.es leaders de la science et de l'innovation. Or, qu'arrive-t-il lorsque le chemin vers le doctorat n'est plus synonyme de bonheur et se transforme plutôt en agent anxiogène et dépressif? Depuis quelques années, des équipes de recherche internationales soulignent la prévalence élevée du risque de dépression et d'anxiété chez les étudiant.es au doctorat, créant des répercussions importantes sur leur bien-être, leur santé mentale, leurs études et leur future carrière.

LE DARK SIDE DU PH. D.

De récentes données empiriques suggèrent qu'un.e doctorant.e sur deux mettra un terme à ses études de troisième cycle au courant de son parcours¹. Face à des taux d'attrition si élevés, les chercheur.es se sont intéressé.es à comprendre l'expérience des études doctorales pour les étudiant.es, ainsi que les causes sous-jacentes pouvant expliquer la complétion ou l'abandon du doctorat. Deux grands facteurs sont ressortis du lot : l'anxiété et la dépression^{1,2,3}. En 2021, une équipe de recherche a réalisé une recension des écrits scientifiques et a identifié une prévalence du risque de dépression de l'ordre de 24% et une prévalence du risque d'anxiété de 17% chez les étudiant.es⁴. Qui plus est, en 2018, une équipe de recherche américaine a réalisé une étude auprès d'étudiant.es à la maîtrise et au doctorat en provenance d'universités internationales. Ces chercheur.es suggèrent que les étudiant.es aux cycles supérieurs ont un risque six fois plus élevé de développer des signes et des symptômes de dépression et d'anxiété comparativement à la population générale³. Pourtant, malgré ces statistiques alarmantes, l'anxiété et la dépression vécues par les étudiant.es au doctorat demeurent des phénomènes nébuleux, incompris et tabous⁵.

CES CHERCHEUR.ES SUGGÈRENT QUE LES ÉTUDIANT.ES AUX CYCLES SUPÉRIEURS ONT UN RISQUE SIX FOIS PLUS ÉLEVÉ DE DÉVELOPPER DES SIGNES ET DES SYMPTÔMES DE DÉPRESSION ET D'ANXIÉTÉ COMPARATIVEMENT À LA POPULATION GÉNÉRALE.

Lorsque les catalyseurs de stress s'invitent dans le parcours doctoral

Un consensus au sein de la littérature scientifique identifie trois grandes sources de stress pouvant mener à l'apparition de signes et de symptômes de dépression et d'anxiété: la relation néfaste entre étudiant.e et directeur.trice de recherche, la charge de travail élevée, et le déséquilibre entre les études et la vie personnelle^{1,6}. Une relation néfaste entre étudiant.e et directeur.trice de recherche se manifeste par un manque de communication entre les deux parties et une absence de soutien et d'accompagnement ressenti par l'étudiant.e. Selon de récentes études^{7,8,9}, une relation néfaste avec son.sa directeur.trice de recherche amène l'étudiant.e à se sentir délaissé.e et sans repères.

La grande charge de travail soulevée par certain.es étudiant.es au doctorat relève de l'accumulation de tâches, d'activités de recherche et d'enseignement à leur actif. En effet, deux scientifiques mettent en lumière mettent en lumière le large éventail de pressions pesant sur les épaules des étudiant.es au doctorat, incluant entre autre les pressions financière, par les pairs, de publication, de performance et de compétition¹. Pour certain.es étudiant-es, ces pressions constantes dérivent vers un cumul démesuré d'engagements académiques, les amenant à se sentir submergé-es.

L'équilibre entre les études et la vie personnelle est fortement associé avec le sentiment de bien-être, l'humeur positive, et le sentiment d'épanouissement personnel¹. De la même façon, des liens significatifs ont aussi été identifiés entre un déséquilibre études/vie privée ainsi qu'une augmentation du stress ressenti et une humeur négative^{2,10}. Qui plus est, la somme d'une grande charge de travail et d'un manque de temps pour soi entraîne un sentiment de vide et un manque de réalisation personnelle¹⁰.



¹ Schmidt, M. et Hansson, E. (2018). Doctoral students' well-being: a literature review. *International journal of qualitative studies on health and well-being*, 13(1), 1508171.

² Liu, C., Wang, L., Qi, R., Wang, W., Jia, S., Shang, D., Shao, Y., Yu, M., Zhu, X., Yan, S., Chang, Q. et Zhao, Y. (2019). Prevalence and associated factors of depression and anxiety among doctoral students: The mediating effect of mentoring relationships on the association between research self-efficacy and depression/anxiety. *Psychology research and behavior management*, 12, 195-208.

³ Evans, T. M., Bira, L., Gastelum, J. B., Weiss, L. T. et Vanderford, N. L. (2018). Evidence for a mental health crisis in graduate education. *Nature biotechnology*, 36(3), 282-284.

⁴ Satinsky, E. N., Kimura, T., Kiang, M. V., Abebe, R., Cunningham, S., Lee, H., Lin, X., Liu, C. H., Rudan, I., Sen, S., Tomlinson, M., Yaver, M. et Tsai, A. C. (2021). Systematic review and meta-analysis of depression, anxiety, and suicidal ideation among Ph.D. students. *Scientific reports*, 11(1), 14370.

⁵ Levecque, K., Anseel, F., De Beuckelaer, A., Van der Heyden, J. et Gisle, L. (2017). Work organization and mental health problems in PhD students. *Research policy*, 46(4), 868-879.

⁶ Hish, A. J., Nagy, G. A., Fang, C. M., Kelley, L., Nicchitta, C. V., Dzirasa, K. et Rosenthal, M. Z. (2019). Applying the stress process model to stress-burnout and stress-depression relationships in biomedical doctoral students: A cross-sectional pilot study. *CBE life sciences education*, 18(4), 51.

⁷ Cornér, S., Löfström, E. et Pyhältö, K. (2017). The relationship between doctoral students' perceptions of supervision and burnout. *International journal of doctoral studies*, 12, 91-106.

⁸ González-Ocampo, G. et Montserrat, C. (2019). How do doctoral students experience supervision? *Studies in continuing education*, 41(3), 293-307.

⁹ Johansen, B. T., Olsen, R. M., Øverby, N. C., Garred, R. et Enoksen, E. (2019). Team supervision of doctoral students: A qualitative inquiry. *International journal of doctoral studies*, 14, 69-84.

¹⁰ McBrayer, J. S., Denlea, T., Melton, T., Calhoun, D. W., Dunbar, M. et Tolman, S. (2018). The correlation between self-efficacy and time to degree completion of educational leadership doctoral students. *International journal of doctoral studies*, 13, 413-439.

A + B

A + B = C... l'envers de l'équation

Relation néfaste + charge de travail élevée + déséquilibre études/vie privée = anxiété et dépression. Oui, mais... quels sont les mécanismes intermédiaires qui expliquent, en partie, l'apparition de signes et symptômes de dépression et d'anxiété chez les étudiant·es au doctorat ? Voilà la question à mille dollars à laquelle certains chercheur·es ont voulu trouver une réponse. Eurêka ! Ils-elles sont parvenu·es à mettre deux mécanismes intermédiaires de l'avant : la capacité d'adaptation et le sentiment d'efficacité personnelle¹¹. Plus spécifiquement, les chercheur·es suggèrent qu'à travers leur parcours doctoral, les étudiant·es seront exposé·es à une gamme de sources de stress en termes de quantité et d'intensité, ce qui déclencherait certains mécanismes réactionnels (p. ex., se sentir dépassé·e émotionnellement).

La capacité d'adaptation (*coping mechanism*) des doctorant·es réfère à leur habileté à gérer le stress, s'adapter aux imprévus, et à maintenir une santé mentale et physique positive¹¹. Lorsque les sources de stress s'accumulent et que la capacité d'adaptation défaille, certain·es doctorant·es éprouvent un sentiment de surcharge émotionnelle, une déconnexion et un essoufflement. À moyen et à long terme, ces sentiments pourraient se transformer en dépression et en anxiété¹¹.

Le sentiment d'efficacité personnelle est un sentiment d'accomplissement, d'atteinte de ses objectifs et de fierté vécue par les étudiant·es au doctorat. Pourtant, lorsque certain·es doctorant·es sentent qu'ils-elles paient à contre-courant devant une charge de travail et une charge émotionnelle insurmontables, le sentiment d'efficacité s'inverse et se transforme en sentiment de non-efficacité. Cette prise de conscience apporte à son tour des émotions de vide et d'absence de réalisation personnelle qui peuvent éteindre la flamme du·de la doctorant·e, et ainsi s'en suivent les signes de dépression et d'anxiété¹⁰.

= C

¹¹ Martinez, E., Ordu, C., Della Sala, M. R. et McFarlane, A. (2013). Striving to obtain a school-work-life balance: The full-time doctoral student. *International journal of doctoral studies*, 8, 39-59.

¹² United States Census bureau. (2019). *Number of people with master's and doctoral degrees doubles since 2000*.

¹³ Barry, K. M., Woods, M., Martin, A., Stirling, C. et Warnecke, E. (2019). A randomized controlled trial of the effects of mindfulness practice on doctoral candidate psychological status. *Journal of American college health: J of ACH*, 67(4), 299-307.

¹⁴ Palacios, J. E., Richards, D., Palmer, R., Coudray, C., Hofmann, S. G., Palmieri, P. A. et Frazier, P. (2018). Supported Internet-delivered cognitive behavioral therapy programs for depression, anxiety, and stress in university students: Open, non-randomised trial of acceptability, effectiveness, and satisfaction. *JMIR mental health*, 5(4), 11467.



Un marathon pour le corps, l'esprit, et l'âme



Face à l'ampleur du problème, la communauté scientifique s'est retroussé les manches et quelques essais cliniques randomisés ont permis de tester des interventions visant à prévenir l'anxiété et la dépression chez les doctorant·es, tout en favorisant le bien-être physique, psychosocial et émotionnel¹². Des interventions axées sur la pleine conscience, la relaxation et la pensée réflexive ont montré des effets significatifs sur la diminution des risques de dépression et d'anxiété, ainsi qu'une augmentation du sentiment d'espoir, d'efficacité personnelle, et de résilience chez les étudiant·es au doctorat^{13,14}. Qui sait, « corps, esprit, et âme » deviendra-t'il le futur *mantra* vers la réussite ?

UN ALLER-RETOUR VERS *L'ESPACE* AU PRIX DE SA SANTÉ *MUSCULAIRE*

PHILIPPE ST-MARTIN



Étudiant à la maîtrise en sciences de l'activité physique

Philippe St-Martin est étudiant à la maîtrise en sciences de l'activité physique à l'Université de Sherbrooke. Désirant faire partie de la prochaine génération de professionnels en aérospatiale au Canada, il s'intéresse au déconditionnement musculaire en contexte d'apesanteur dans l'optique d'optimiser les entraînements physiques des astronautes pour les missions spatiales de longues durées.

Au-delà de l'émerveillement pour le domaine spatial se cachent plusieurs défis. Voyager à travers les étoiles a un certain coût, celui de notre santé. L'humanité se rapproche chaque jour de son objectif de conquérir de nouvelles planètes. Avec ce défi costaud, les aventurier·ères de l'espace devront s'exposer à de longues périodes où les muscles seront peu sollicités. En ayant moins recours à l'usage de leurs muscles, les astronautes reviennent de leurs voyages avec des problèmes similaires à nos personnes âgées sur Terre.

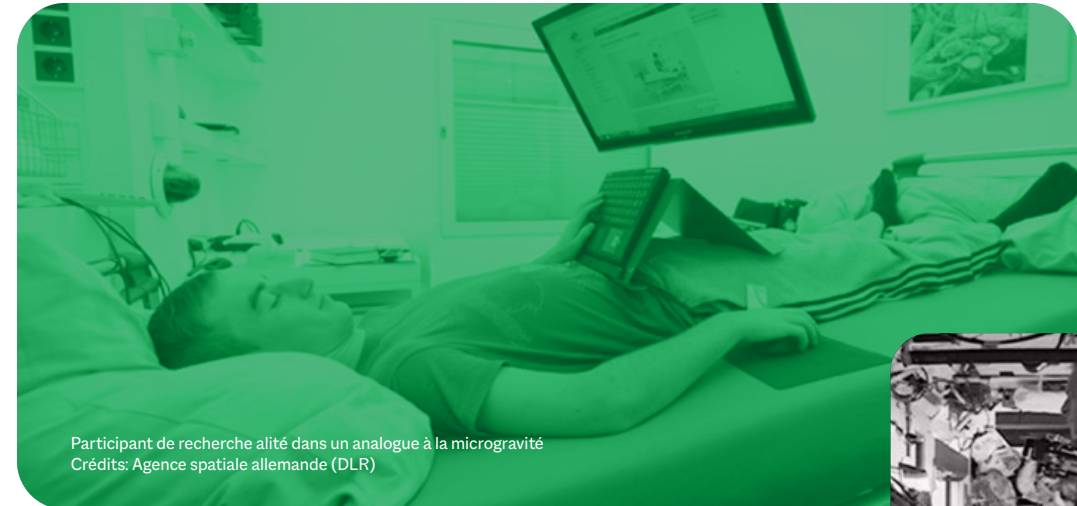
La chute d'une pomme a permis à Isaac Newton de proposer une théorie sur la gravité. Cette gravité, qui a attiré la pomme vers le sol, est la même qui oblige Isaac Newton à être fort et musclé. Comme ce grand physicien, vous devez combattre l'effet de la gravité. Depuis votre naissance, votre corps s'est adapté pour y faire face.

La gravité se trouve être un allié de votre santé¹. En effet, les muscles de nos astronautes, qui s'exposent à l'absence d'effet de gravité, vivent ce que certains chercheurs ont qualifié de vieillissement accéléré². Éviter le vieillissement à vitesse grand V représente un défi musclé!

Le défi musclé des vols spatiaux

Le quotidien de l'astronaute ne semble pourtant pas un défi à première vue. Avec l'apesanteur, ils-elles peuvent déplacer de grosses charges sans effort, se déplacer sur plusieurs mètres à la simple poussée d'un pied et dormir sans oreiller. Ce qui a l'apparence d'un rêve pour l'astronaute est pourtant un cauchemar pour le corps.

Le contexte d'apesanteur, caractérisé par un manque de stimulation musculaire, entraîne ce qu'on appelle une décharge musculaire³. Cette dernière fait référence à l'absence de force appliquée sur le corps humain⁴. Puisque le corps est bien fait, il s'adapte à son environnement. Mais si l'environnement ne nécessite pas l'usage de muscles et d'une force importante, le corps perd ses acquis³. Un corps adapté à l'espace en prend un coup lors d'un retour sur Terre.

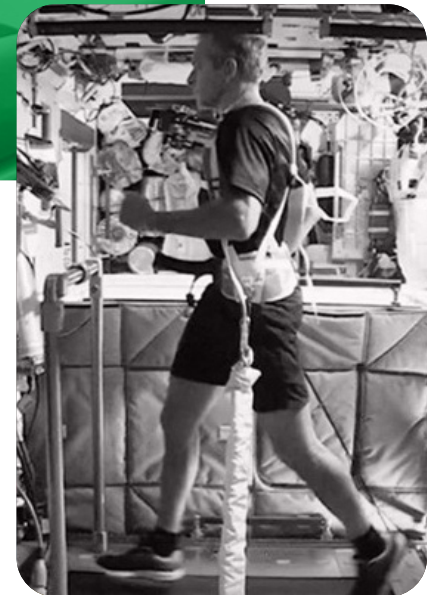


Durant le voyage de retour, les astronautes se détachent de l'orbite terrestre pour tomber du ciel. Cet aller simple vers la Terre se fait en quelques heures et ne permet pas une adaptation lente et progressive du corps humain. Cela explique notamment pourquoi les astronautes ont parfois de la difficulté à maintenir les pieds sur terre dans les premières heures après avoir touché notre planète.

Combattre l'apesanteur

Pour maintenir les astronautes assez en forme et réduire les risques lors du retour sur Terre, l'activité physique fait partie de la solution. Elle vise, notamment, à ralentir le déconditionnement musculaire et s'avère partiellement efficace⁵.

Au cours des prochaines années, l'humain souhaite s'aventurer au-delà d'où il est habitué de mettre les pieds. Lors des futures missions, les astronautes devront s'exposer à de longues périodes sans l'effet de la gravité terrestre. Ces astronautes voyageant pendant plusieurs années, confiné·es dans de petits vaisseaux spatiaux, ne pourront pas avoir recours à de gros appareils d'exercice. Il est actuellement difficile d'identifier l'ampleur du déconditionnement que ces explorateur·trices de l'espace vivront, mais nous pouvons être certain·es que la prescription d'activité physique devra être adaptée si l'on veut atteindre la planète rouge en santé. Les contre-mesures jusqu'à présent efficaces pour maintenir la santé musculaire risquent de s'avérer insuffisantes pour les vols spatiaux dans l'espace lointain. Ainsi, *the sky is the limit* n'est plus d'actualité lorsqu'il s'agit des défis en santé auxquels les spécialistes devront faire face.



L'astronaute canadien David Saint-Jacques maintenant ses muscles actifs en vue de son retour sur Terre. Crédits: Agence spatiale Canadienne (ASC)

¹ Hariom, S. K., Ravi, A., Mohan, G. R., Pochiraju, H. D., Chattopadhyay, S. et Nelson, E. J. R. (2021). Animal physiology across the gravity continuum. *Acta astronautica*, 178, 522-535.

² Vernikos, J. et Schneider, V. S. (2010). Space, gravity and the physiology of aging: Parallel or convergent disciplines? A mini-review. *Gerontology*, 56(2), 157-166.

³ Gao, Y., Arfat, Y., Wang, H. et Goswami, N. (2018). Muscle atrophy induced by mechanical unloading: Mechanisms and potential countermeasures. *Frontiers in Physiology*, 9, 235.

⁴ Kehler, D.S., Theou, O. et Rockwood, K. (2019). Bed rest and accelerated aging in relation to the musculoskeletal and cardiovascular systems and frailty biomarkers: A review. *Experimental Gerontology*, 124, 110643.

⁵ Hackney, K. J., Scott, J. M., Hanson, A. M., English, K. L., Downs, M. E. et Ploutz-Snyder, L. L. (2015). The astronaut-athlete: Optimizing human performance in space. *Journal of strength and conditioning research*, 29(12), 3531-3545.

⁶ Custaud, M.-A., Blanc, S., Gauquelin-Koch, G. et Gharib, C. (2020). *L'humain et l'espace: Ses adaptations physiologiques*. Books on demand.



→ Robert Shane Kimbrough, Thomas Pesquet et Peggy Whitson à bord de la Station spatiale internationale.
Crédits: NASA Johnson Space Center

Mieux comprendre le vieillissement musculaire en se maintenant au lit

La perte de la masse musculaire et de la force n'est pas un phénomène unique à celui des astronautes. Avec l'avancée en âge, un déconditionnement progressif est attendu, mais il peut toutefois être accéléré lors d'un alitement prolongé, tel qu'une hospitalisation. D'ailleurs, un des principaux modèles utilisés sur Terre pour simuler l'apesanteur est de rester au lit⁶. Sa particularité: la tête du lit est légèrement plus basse que le pied. Dans cette position, le participant vit une décharge musculaire similaire à celle d'un astronaute. C'est donc dire que de rester immobile au lit accélère le déconditionnement musculaire!

Maintenant que nous savons que le vieillissement accéléré que vivent nos astronautes n'est pas si loin de la réalité d'une personne alitée, la solution pour préserver l'autonomie est peut-être la même, soit l'activité physique encadrée!

Ce que font les astronautes pour maintenir leur santé physique et mentale n'est donc pas un secret exclusif au domaine spatial. L'activité physique est une façon de stimuler ses muscles et maintenir ses acquis. Vos prouesses sportives ne vous mèneront peut-être pas au travers des étoiles, mais elles vous aideront certainement à atteindre de nouveaux sommets. Il ne vous reste qu'à identifier des activités vous permettant de combattre l'effet de la gravité afin d'éviter de vieillir de façon accélérée. Le petit pas que vous ferez sera certainement un grand pas pour votre santé!

**IL NE VOUS RESTE
QU'À IDENTIFIER
DES ACTIVITÉS VOUS
PERMETTANT
DE COMBATTRE
L'EFFET DE LA GRAVITÉ
AFIN D'ÉVITER DE
VIEILLIR DE FAÇON
ACCÉLÉRÉE.**



LE CERVEAU, UNE MACHINE À CONDITIONNER

MARGUERITE MARTEL



Étudiante du programme de 2^{ème} cycle en présence attentive

Marguerite Martel est bachelière en psychologie et finissante du programme court de 2^{ème} cycle en présence attentive. Elle travaille actuellement en recherche auprès de populations vulnérables et s'implique dans divers projets communautaires ayant à cœur la santé mentale de l'humain.

Avec l'arrivée de la pandémie au Québec, certaines difficultés en santé mentale ont été exacerbées chez la population. La mise en place de ressources favorisant la santé mentale constitue un enjeu des plus actuels. Le neurofeedback pourrait bien être l'une de ces ressources. En effet, la recherche montre qu'il s'agirait d'un outil efficace afin d'améliorer la qualité de vie des individus, et ce, par la diminution de certains symptômes intériorisés, tels que l'anxiété et la dépression.

Zones cérébrales: des parties du cerveau, par exemple, le cortex frontal.

Nous sommes le 13 mars 2020, le Gouvernement déclare l'état d'urgence sanitaire dans tout le territoire québécois. Face à cette annonce imprévisible, tout à fait hors de notre contrôle et qui implique beaucoup de nouveautés, la population québécoise s'est retrouvée devant une concoction idéale pour générer des niveaux de stress élevés¹. En effet, selon une enquête réalisée par Statistique Canada, 64 % des jeunes de 15 à 24 ans ayant répondu au sondage ont mentionné que la situation de la Covid-19 avait une incidence négative sur leur santé psychologique². De ces jeunes, 41% ont déclaré des « symptômes correspondant à une anxiété modérée ou sévère² ».

Devant ces données alarmantes concernant la santé mentale des jeunes, des solutions permettant d'améliorer la qualité de vie sont plus que nécessaires. Le neurofeedback serait susceptible de répondre à cet objectif en présentant un outil alternatif à ceux déjà disponibles³. En effet, le neurofeedback, un processus non invasif basé sur de la rétroaction continue, permettrait de diminuer les symptômes d'anxiété et de dépression^{4,5,6}.

Un outil pas comme les autres

S'inspirant d'une découverte réalisée au cours du XX^e siècle que l'on appelle « conditionnement opérant », le neurofeedback utilise les récompenses, tant positives que négatives, pour amener le cerveau à comprendre comment il peut se réguler par lui-même.

Pour soulager les symptômes anxieux et dépressifs, le neurofeedback s'appuie sur l'évaluation de l'activité cérébrale au moyen d'un électro-



LE NEUROFEEDBACK UTILISE LES RÉCOMPENSES, TANT POSITIVES QUE NÉGATIVES, POUR AMENER LE CERVEAU À COMPRENDRE COMMENT IL PEUT SE RÉGULER PAR LUI-MÊME.

encéphalogramme, c'est-à-dire un examen en temps réel de l'activité du cerveau³. Cet examen permet d'illustrer les zones cérébrales* présentant des anomalies ou des tendances anormales à reconditionner³. Pour une personne souffrant de symptômes anxieux ou dépressifs, l'électroencéphalogramme serait susceptible d'illustrer un excès d'ondes cérébrales du type « alpha » ou de type « haut bêta »⁵. Ainsi, le protocole créé pour l'individu, pouvant être comparé à un plan d'entraînement pour le cerveau, ciblerait spécifiquement ces ondes. Le cerveau sera donc amené, au moyen d'une boucle continue de rétroaction, à activer ou à inhiber les ondes cérébrales ciblées et ainsi reconnaître les fréquences adéquates. Il est possible de comparer les ondes cérébrales aux vagues de l'océan qui ont des rythmes et des amplitudes différents. En effet, alors que certaines ondes cérébrales sont plus grandes et lentes, d'autres sont plus petites et saccadées¹¹. Dans le cas d'un cerveau dit « typique », les ondes alpha, principalement responsables de l'état neutre, sont situées à une fréquence entre 8 et 12 Hertz. Les ondes bêta, responsables entre autres de l'activation, se retrouvent à une fréquence entre 13 et 30 Hertz¹¹.

¹ Lupien, S. (2019) *La recette du stress*. Centre d'étude sur le stress humain.

² Statistique Canada. (2020, 27 mai) *La santé mentale des Canadiens pendant la pandémie de COVID-19*.

³ Ordre des psychologues du Québec. (15 avril 2016). *Avis de l'ordre des psychologues du Québec sur le biofeedback et le neurofeedback à l'attention de l'office des professions du Québec*.

⁴ Bennett, C. (2018). *The Impact of a Neurofeedback Training Intervention on College Students' Levels of Anxiety, Stress, Depression, and Cortisol* [thèse de doctorat, University of Central Florida]. STARS.

⁵ Hafeez, Y., Ali, S. S. A., Mumtaz, W., Moinuddin, M., Adil, S. H., Al-Saggaf, U. M., Mohd Yasin, M. A. et Malik, A. S. (2019). Investigating neurofeedback protocols for stress mitigation: a comparative analysis of different stimulus contents. *IEEE Access*, 7, 141021-141035.

⁶ Baehr, E., Rosenfeld, J. P., Baehr, R. et Earnest, C. (1999). Clinical use of an alpha asymmetry neurofeedback protocol in the treatment of mood disorders. Dans J. R. Evans et A. Abarbanel (dir.), *Introduction to quantitative EEG and neurofeedback* (p. 181-201). Academic Press.

⁷ Yucha, C. et Montgomery, D. (2008). *Evidence-based practice in biofeedback and neurofeedback*. AAPB.

⁸ Sonuga-Barke, E., Brandeis, D., Cortese, S., Daley, D., Danckaerts, M., Döpfner, M. et Van Der Oord, S. (2013a). Response to "Evidence for efficacy of neurofeedback in ADHD?". *American Journal of Psychiatry*, 170(7), 800-802.

**UN ASPECT ALLÉCHANT
DE LA TECHNIQUE
DU NEUROFEEDBACK
EST QUE L'INDIVIDU
N'A PAS BESOIN
DE FOURNIR DES
EFFORTS CONSCIENTS
POUR QUE SON
CERVEAU RÉPONDE
AU PROTOCOLE.**

⁹ Van Doren, J., Arns, M., Heinrich, H., Vollebregt, M. A., Strehl, U. et Loo, S. K. (2019). Sustained effects of neurofeedback in ADHD: a systematic review and meta-analysis. *European child & adolescent psychiatry*, 28(3), 293-305.

¹⁰ Nicholson, A. A., Ros, T., Frewen, P. A., Densmore, M., Théberge, J., Klumetsch, R. C., Jetly, R. et Lanius, R. A. (2016). Alpha oscillation neurofeedback modulates amygdala complex connectivity and arousal in posttraumatic stress disorder. *NeuroImage: Clinical*, 12, 506-516.

¹¹ Dubuc, B. (s. d.). *Nos différents sommeils*. Le cerveau à tous les niveaux.

¹² Lemke, A. (2021). *Dopamine nation: Finding balance in the age of indulgence*. Dutton.

¹³ Centre d'évaluation neuropsychologique et d'orientation pédagogique. (s. d.). *Déficit d'attention (tda/h)*.

¹⁴ van der Kolk, B. A., Hodgdon, H., Gapen, M., Musicaro, R., Suvak, M. K., Hamlin, E. et Spinazzola, J. (2016). A randomized controlled study of neurofeedback for chronic PTSD. *PLoS ONE*, 11(12), article e0166752.

Choisir judicieusement !

Que l'on veuille être plus musclé ou courir un marathon, la clé est l'entraînement. Il n'y a pas de recette magique. Ce principe s'applique également au neurofeedback. Cependant, avant de se laisser emporter par une nouvelle tendance en santé mentale, il demeure primordial de s'assurer que les interventions sollicitées soient réalisées par des personnes qualifiées qui présenteront toute l'information nécessaire à la réalisation d'un consentement éclairé. Les recherches ont d'ailleurs montré que l'efficacité de cet outil, lorsqu'utilisé de la bonne façon et offert par des personnes certifiées, présente un taux de succès dit « efficace », variable d'un individu à un autre⁷.

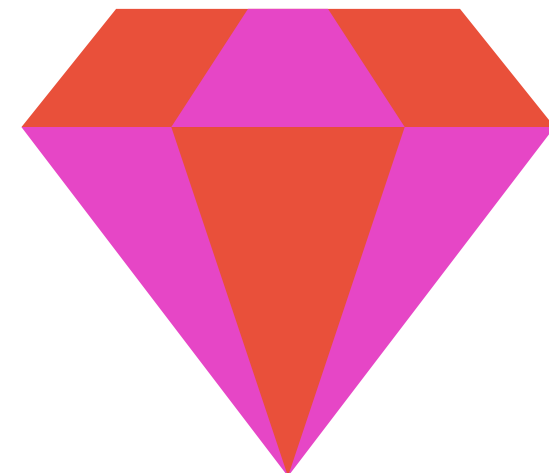
Processus conscient ou inconscient ?

Un aspect alléchant de la technique du neurofeedback est que l'individu n'a pas besoin de fournir des efforts conscients pour que son cerveau réponde au protocole. En effet, le conditionnement se fait de manière automatique. Le cerveau peut être vu comme étant une machine cherchant continuellement à s'adapter et à reproduire ce qui est plaisant¹². Ainsi, lorsque ça devient désagréable, le cerveau désire reprendre le chemin lui offrant confort et aisance¹². De cette façon, la zone cérébrale est renforcée de manière répétée de sorte que des résultats positifs et durables puissent être remarqués.

Inattention, insomnie et plus encore

Bien que l'efficacité du neurofeedback a été suggérée sur différents plans, les études ont surtout ciblé les effets de cette pratique sur le trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité^{8,9}. Il semblerait que celle-ci puisse diminuer les symptômes comportementaux observables de l'inattention tels qu'une difficulté à se mettre à la tâche ou à rester attentif à la tâche demandée^{8,9,13}. De plus, il est suggéré que cet outil permettrait une amélioration du sommeil en augmentant la qualité du sommeil⁵. Cet outil s'est également démarqué pour son efficacité dans le soulagement de certains symptômes du syndrome de stress post-traumatique tel que la régulation émotionnelle^{10,14}.

Une mine d'or à exploiter



Le scénario actuel au Québec concernant la place qu'occupe le neurofeedback n'est pas le même que celui des États-Unis. En effet, nos voisins du sud sont beaucoup plus avancés en termes d'implantation et d'exploitation de cette technique. Ceci pourrait être attribuable au fait que la formation reconnue et standardisée pour former du personnel qualifié en neurofeedback est donnée par l'alliance de Certification en Biofeedback (BCIA) située au Colorado aux États-Unis³. Toutes les nouvelles formations doivent être accréditées par la BCIA. Tel est le cas de la formation offerte par l'institut Neurosens. De plus, l'Ordre des psychologues du Québec n'a reconnu la formation de Neurosens qu'en 2017, pouvant également expliquer pourquoi l'outil est moins connu au Québec³.

Toutefois, il semble que l'intégration du neurofeedback pourrait être un atout considérable tant pour les milieux hospitaliers, psychiatriques que scolaires. Comme la santé psychologique des Québécois et Québécoises ne semble pas, à l'heure actuelle, rebondir aussi facilement à la suite de deux années de pandémie, d'autres solutions pour atteindre notre plein potentiel sont nécessaires et ce, plus que jamais!



ARSENIC ENTRE TÊTE ET MER

MARILOU LEMIRE



Étudiante au baccalauréat en psychologie.

Marilou est étudiante au baccalauréat en psychologie. Elle s'intéresse plus précisément à la santé du cerveau et aspire à compléter un doctorat en neuropsychologie dans quelques années. Amoureuse d'écriture et de neurones, elle combine présentement ses passions en rédigeant des articles sur les effets neuropsychologiques des contaminants environnementaux.

Métalloïde: Élément ne partageant que quelques propriétés avec les métaux.

La consommation d'eau ou d'aliments contaminés à l'arsenic peut engendrer des effets nocifs sur la santé. Les scientifiques ont notamment constaté que l'arsenic est neurotoxique, c'est-à-dire qu'il a des impacts nuisibles sur le cerveau en s'attaquant aux neurones et à leur système de communication. D'ailleurs, des maladies neurologiques comme l'Alzheimer et le Parkinson ainsi que des problèmes cognitifs ont été associés à l'arsenic.

L'arsenic a fait la manchette avec l'Abitibi en 2019 alors qu'un rapport a dévoilé que l'on retrouvait quatre fois plus d'arsenic dans les ongles des citoyen·nes du quartier Notre-Dame de Rouyn-Noranda que dans les ongles de leurs voisins de la ville d'Amos¹. Dans la même année, un second rapport a soulevé un lien entre le taux d'exposition à l'arsenic des résident·es du quartier Notre-Dame et la proximité de leur domicile avec la fonderie Horne. Cette industrie de modelage de métaux relargue 67 fois plus d'arsenic que le taux de relâchement autorisé². Ailleurs dans le monde, l'arsenic retient aussi l'attention puisqu'« un milliard d'humains sont exposés à l'arsenic par leur nourriture et plus de 200 millions l'ingèrent par l'eau contaminée à des concentrations plus grandes que celle recommandée par les standards internationaux³. »

D'où vient-il ?

L'arsenic est un élément naturel que l'on retrouve dans la croûte terrestre. Les mouvements de l'eau usent les roches qui libèrent des particules d'arsenic. Ce phénomène, appelé *érosion*, est à l'origine d'un des plus gros enjeux reliés à ce métalloïde, soit sa préoccupante présence dans l'eau potable⁴. Au Canada, les concentrations moyennes d'arsenic dans l'eau potable sont d'environ 5 microgrammes/L, représentant environ neuf grains de sel dans un bain moyen. Cette concentration est sous la norme de 10 microgrammes/L dictée par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS)⁵. Cependant, certains pays comme le Bangladesh, la Chine, l'Inde et le Mexique retrouvent des taux alarmants pouvant atteindre les 50 microgrammes/L⁵. Qui plus est, ces eaux contaminent les aliments comme le riz, le blé, les poissons, les coquillages ou même certains fruits comme les pommes. Ainsi, afin de contrôler l'exposition de la population à l'arsenic, ces aliments qui poussent ou sont en contact avec l'eau contaminée sont soumis aux normes de Santé Canada pour être vendus au pays.

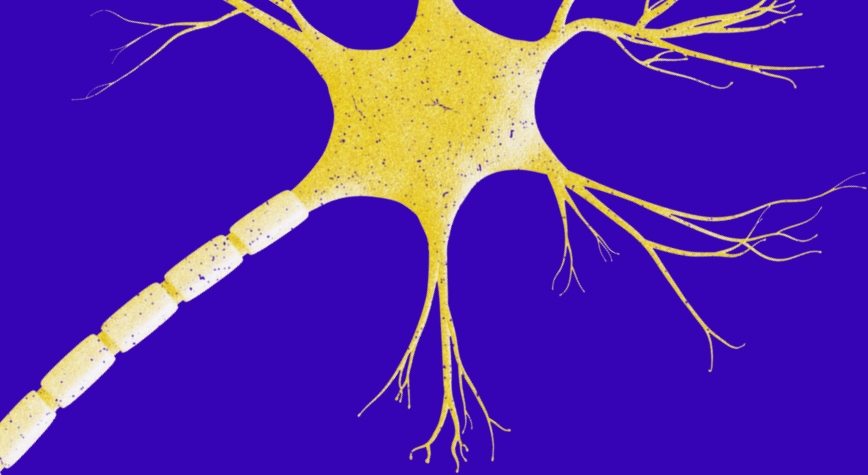
Outre sa présence dans l'eau, l'arsenic se retrouve dans l'air, notamment en raison des émissions industrielles⁴. Des mesures législatives contrôlant les émissions sont souvent mises en place par les villes pour protéger la population, comme c'est le cas à Rouyn-Noranda. La fonderie Horne était toutefois autorisée à dépasser la norme légale puisque cette limite a été établie en 2011 et que la fonderie était déjà en activité depuis 1927⁶. Toutefois, le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec a commandé à la fonderie d'établir un plan d'action pour réduire ses émissions d'arsenic.



FAIRE À SA TÊTE
Pollution et santé du cerveau

Faire à sa tête est une plateforme de partage des savoirs ayant pour objectif d'informer le grand public sur la pollution et la santé du cerveau. En collaboration avec un ensemble de scientifiques et d'expert·es en vulgarisation scientifique au Québec, l'équipe *Faire à sa tête* est principalement composée d'étudiant·es universitaires en santé environnementale qui ont à cœur le transfert des connaissances. Cette initiative lancée par Dave Saint-Amour, professeur au département de psychologie à l'UQAM, et financée par le programme DIALOGUE du Fonds de recherche du Québec, a également pour but d'agir contre la désinformation. *Faire à sa tête* se veut une ressource de contenus véridiques, crédibles, vulgarisés et accessibles dans un esprit de dialogue centrée sur les questionnements des citoyen·nes.



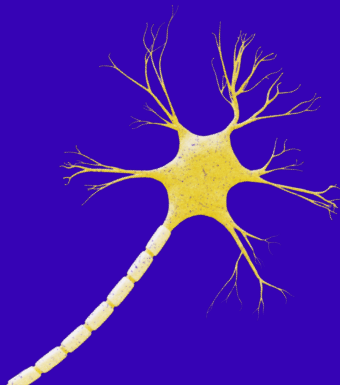


Des neurones pris d'assaut

Plusieurs scientifiques soutiennent qu'une exposition à l'arsenic peut entraîner une dégénération des neurones, soit les cellules du cerveau. En effet, l'arsenic a des propriétés oxydatives, c'est-à-dire que son contact avec les neurones entraîne des changements cellulaires qui les abiment, comme une pomme noircit au contact de l'air. L'arsenic peut, par exemple, endommager la membrane de la cellule ou effriter la myéline, soit l'isolant qui recouvre les branches du neurone et qui permet à la communication neuronale d'être rapide et efficace⁷. Ces altérations nuisent au bon fonctionnement du neurone et peuvent même le détruire, lui qui, une fois mort, est irremplaçable.

Par ailleurs, l'arsenic serait en mesure de s'accumuler dans certaines régions du cerveau et perturberait particulièrement les systèmes d'acétylcholine et de dopamine⁷. Ces deux molécules sont des neurotransmetteurs, c'est-à-dire des substances chimiques qui permettent aux neurones de communiquer entre eux et d'agir pour le bon fonctionnement de l'organisme. L'acétylcholine est surtout associée à la mémoire, alors que la dopamine est surtout associée au contrôle du mouvement et au système interne de récompense. Ce dernier est le système récompensant les comportements qui favorisent le bien-être de l'organisme, comme celui de boire de l'eau lorsqu'on est assoiffé.e. Il s'avère que l'arsenic aurait des effets négatifs sur la mémoire, l'apprentissage et les fonctions motrices⁸. D'ailleurs, l'exposition à l'arsenic a été récemment liée au Parkinson et l'Alzheimer, deux maladies causées par la mort de neurones et touchant respectivement la mémoire et les troubles moteurs⁹. Une des hypothèses suggère que l'arsenic aurait un impact sur le développement des protéines tau et amyloïde, deux protéines dont la perturbation est à l'origine de la maladie d'Alzheimer⁹.

EN EFFET, L'ARSENIC A DES PROPRIÉTÉS OXYDATIVES, C'EST-À- DIRE QUE SON CONTACT AVEC LES NEURONES ENTRAÎNE DES CHANGEMENTS CELLULAIRES QUI LES ABIMENT, COMME UNE POMME NOIRCIT AU CONTACT DE L'AIR.



Les chercheur-es ont également soulevé l'influence de l'arsenic sur des troubles psychologiques comme la dépression et l'anxiété⁸. Pour expliquer ces liens, les scientifiques émettent l'hypothèse que l'arsenic aurait la capacité de perturber l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien (HHS) impliqué dans les réponses au stress ainsi que la concentration de sérotonine, un neurotransmetteur intimement lié à la dépression¹⁰.

Chez l'humain, ce sont les enfants qui sont les plus vulnérables aux effets d'une exposition à l'arsenic. En effet, comme ils sont petits, qu'ils consomment beaucoup d'eau et que leur système digestif immature est plus absorbant, ils absorberaient davantage ce métal⁴. D'autant plus, comme leur cerveau est immature, une exposition à l'arsenic avant la naissance ou pendant l'enfance peut nuire au développement de leur cerveau. De plus, un lien entre l'arsenic et une baisse du quotient intellectuel (QI), des habiletés verbales ainsi que des problèmes de mémoire et d'attention a été rapporté⁸.

De possibles solutions à la neurotoxicité

Bien que l'intoxication à l'arsenic soit toujours un enjeu, diverses recherches mettent en lumière des substances pouvant contrer ou diminuer certains de ses effets néfastes sur la santé. Ces substances, comme la curcumine et le sélénium, ont des propriétés antioxydantes qui empêchent la détérioration des cellules causée par l'arsenic, comme le citron empêche la pomme de noircir^{11,12}. Outre la recherche sur ces types de substances protectrices, des mesures gouvernementales sont prises afin de minimiser l'exposition de la population. Même si l'arsenic se retrouve dans beaucoup de nos aliments, Santé Canada soutient qu'il n'y pas lieu de s'inquiéter et recommande de suivre le guide alimentaire canadien.

¹ Centre intégré de santé et de services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue. (2019). *Études de biosurveillance sur l'imprégnation à l'arsenic de la population du quartier Notre-Dame de Rouyn-Noranda*.

² Deshaies, T. (2019, 13 mai). Québec permet à la Fonderie Horne d'émettre 67 fois plus d'arsenic dans l'air que la norme provinciale. *Radio-Canada*.

³ George, C. M., Sima, L., Arias, M. H. J., Mihalic, J., Cabrera, L. Z., Danz, D., Checkley, W. et Gilman, R. H. (2014). Arsenic exposure in drinking water: An unrecognized health threat in Peru. *Bulletin of the World Health Organization*, 92(8), 565-572.

⁴ Institut national de santé publique du Québec. (2021). *Arsenic*.

⁵ Organisation mondiale de la Santé. (2018). *Arsenic*.

⁶ Léveillé, J.-T. (2021, mars 26). Contamination à l'arsenic à Rouyn-Noranda: Québec approuve les propositions de la fonderie Horne. *La Presse*.

⁷ Prakash, C., Soni, M. et Kumar, V. (2016). Mitochondrial oxidative stress and dysfunction in arsenic neurotoxicity: A review. *Journal of applied toxicology*, 36(2), 179-188.

⁸ Tyler, C. R. et Allan, A. M. (2014). The effects of arsenic exposure on neurological and cognitive dysfunction in human and rodent studies: A review. *Current environmental health reports*, 1(2), 132-147.

⁹ Rahman, M. A., Hannan, M. A., Uddin, M. J., Rahman, M. S., Rashid, M. M. et Kim, B. (2021). Exposure to environmental arsenic and emerging risk of Alzheimer's disease: Perspective mechanisms, management strategy, and future directions. *Toxics*, 9(8), 188.

¹⁰ Martinez, E. J., Kolb, B. L., Bell, A., Savage, D. D. et Allan, A. M. (2008). Moderate perinatal arsenic exposure alters neuroendocrine markers associated with depression and increases depressive-like behaviors in adult mouse offspring. *Neurotoxicology*, 29(4), 647-655.

¹¹ Adedara, I. A., Fabunmi, A. T., Ayenitaju, F. C., Atanda, O. E., Adebawale, A. A., Ajayi, B. O., Owoeye, O., Rocha, J. B. T. et Farombi, E. O. (2020). Neuroprotective mechanisms of selenium against arsenic-induced behavioral impairments in rats. *Neurotoxicology*, 76, 99-110.

¹² Yadav, R. S., Shukla, R. K., Sankhwar, M. L., Patel, D. K., Ansari, R. W., Pant, A. B., Islam, F. et Khanna, V. K. (2010). Neuroprotective effect of curcumin in arsenic-induced neurotoxicity in rats. *Neurotoxicology*, 31(5), 533-539.

ENTREVUE CATHERINE LORD, CONSULTANTE SCIENTIFIQUE

JULIETTE FRANÇOIS-SÉVIGNY



Étudiante au doctorat en psychologie

NAZDAR ROY



Étudiante au D.E.S.S. en journalisme

Juliette et Nazdar sont les deux têtes qui dirigent la présente édition de *La Fibre*. Alors que Juliette est étudiante au doctorat en psychologie, Nazdar étudie au D.E.S.S. en journalisme à la suite d'un baccalauréat en neurosciences. Les deux ont une passion commune: la communication scientifique.

Cofondatrice d'Immerscience, une organisation de curation et courtage scientifique, Catherine Lord fait de la consultation scientifique tant au niveau national qu'international depuis 2014. En plus d'avoir en poche un doctorat en neurosciences à l'Université McGill, cette dernière a mené deux recherches postdoctorales. Au programme: production, mais surtout accessibilité des connaissances scientifiques.

Vous vous décrivez souvent comme étant une chercheuse « défroquée », que voulez-vous dire exactement ?

Catherine Lord La communauté scientifique et académique est tout de même une famille tissée serrée et comme j'ai quitté ce milieu, pour moi le terme *scientifique défroquée* traduit l'émotion intense que j'ai ressentie de quitter cette famille et de devoir gérer les conséquences positives et négatives qui en découlent. Dans les positives, il y a évidemment d'élargir ses horizons et de découvrir d'autres familles. Mais quitter sa « famille », c'est aussi faire des deuils et s'exposer à ce que les autres pensent de vos choix de vie. De mon côté, comme j'ai quand même fait deux postdocs avant de me réinventer, plusieurs se sont questionnés sur mon choix, et avec raison. Par exemple, c'est sûr qu'au cours de mon parcours, des gens ont pu développer des attentes envers moi et se sont projetés; la relation professeur-étudiant, mentor-supervisé s'apparente parfois à une relation familiale, surtout lorsque certains projets scientifiques durent des années.

Défroquée, c'est aussi pour dire que je me suis réinventée, mais que je reste une scientifique. Après tout, je l'ai mon PhD, personne ne peut me l'enlever! [*rires*] Je ne fais peut-être plus de la recherche à proprement parler, bien que je participe encore à certains projets en santé mentale périnatale de manière indépendante, mais je ne perds pas pour autant mes compétences en lien avec la littérature scientifique – bien au contraire! Je les mets à profit d'une multitude d'autres façons, pour d'autres publics et pour d'autres types de projets. J'ai des projets de littérature scientifique pour que divers publics puissent comprendre ce qu'est la méthodologie scientifique – comment on fait de la recherche – et ainsi s'approprier l'information.

Je suis donc une scientifique 2.0 qui fait de l'entrepreneuriat scientifique avec les compétences des scientifiques défroqués ou pas!

On parle de plus en plus d'entrepreneuriat scientifique, qu'est-ce qui vous a amenée à prendre cette orientation en fondant Immerscience ?

Catherine Lord Ça aussi c'est une réponse à plusieurs niveaux. Je pense que le point tournant pour moi a vraiment été de me rendre compte de l'accumulation des connaissances et d'avoir perdu une certaine passion à produire cette connaissance-là. L'émotion qui m'animait le matin devenait de la frustration par rapport au fossé qui s'était créé entre ce que les gens connaissent de la science et la quantité de connaissances produites.

Une équipe de recherche dans laquelle j'ai grandi, le laboratoire de Dre Sonia Lupien, était hyper stimulant sur le plan du transfert de connaissances, qu'on n'appelait pas comme ça à l'époque. Je crois que cela a été un terreau fertile pour ma transition en entrepreneuriat scientifique dans le transfert de connaissances. J'étais également entourée d'un réseau qui a cru en moi, ce qui a fait que je me suis lancée. Mes amis scientifiques ont été cruciaux dans cette transition-là. Par exemple, j'ai eu beaucoup de discussions à ce sujet avec Marc-Olivier Schüle de Myelin Solutions, et il a été un joueur important dans la réduction de mon syndrome de l'imposteur.

Donc au niveau individuel, ce changement d'orientation m'a demandé de la passion, de la confiance en moi pour quitter la grande famille scientifique universitaire et un bon réseau de soutien qui croyait en moi.

À cette époque-là, j'ai aussi rencontré mon mari, Damien, et lui était médiateur et communicateur scientifique dans les écoles. Il avait donc fait cette transition et me disait que ce n'était pas si compliqué, alors que je voyais ça comme une montagne. Je crois que ça prend aussi des traits de personnalité spécifiques. De mon côté, j'adore travailler en équipe, mais j'ai aussi besoin d'être indépendante; la carrière de chercheuse permet de développer toutes sortes de compétences, comme prendre des décisions et gérer nos affaires. Cette liberté académique, je la retrouve aussi dans l'entrepreneuriat.

Quelles astuces utilisez-vous pour vous y retrouver dans l'océan d'informations scientifiques disponibles de nos jours ?

Catherine Lord Le modèle d'affaires d'Immerscience est justement basé sur cette abondance d'informations. Un des aspects ayant motivé la création d'Immerscience, c'est un désir d'accessibilité. Par exemple, nous avons des contrats de curation scientifique avec le Pharmacien, qui est submergé dans les sources d'informations. Il est scientifique de formation, il veut communiquer, mais c'est très chronophage de se retrouver dans toutes ces sources d'informations. Si on veut faire un bon travail, avoir une vision globale et un esprit critique, il faut prendre le temps de lire et de réfléchir à tout ça. Selon moi, il y a certains projets qu'on ne peut pas faire seul. Je ne crois plus que c'est possible de chercher, filtrer, s'appropriier et assimiler toutes ces informations, qui ne sont plus un verre d'eau, mais bien un océan comme tu l'as dit. Et on doit faire ça tous ensemble.

Que souhaitez-vous pour l'avenir du transfert des connaissances ?

Des professions se sont adaptées à cette réalité dans les dernières années. Un aspect qui a été déterminant pour moi, c'est la rencontre d'une bibliothécaire, une professionnelle de l'information à l'ère du numérique! Ça a changé ma vie [rires]. Si je l'avais rencontrée pendant que j'étais au doctorat, j'aurais perdu tellement moins de temps et j'aurais tellement été moins stressée de savoir si j'ai fait le tour d'un sujet. Les bibliothécaires universitaires, par exemple, peuvent aider à bien trouver les mots-clés pour une recherche et cerner les sources pertinentes en constante évolution. Il s'agit d'une ressource très riche pouvant t'aider à mettre en place des outils automatiques de veille pour se tenir informés sur un sujet, par exemple. Donc mon conseil pour tout jeune chercheur ou chercheuse serait de devenir ami avec un ou une bibliothécaire [rires].

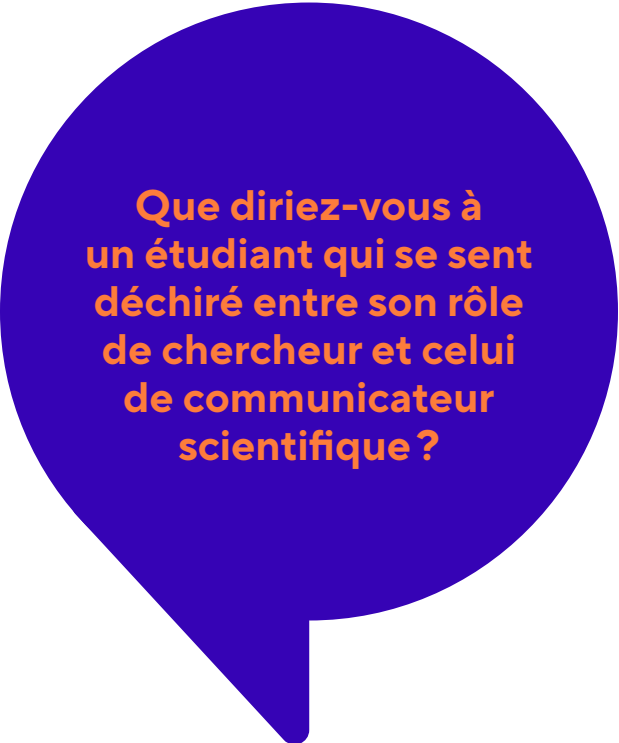
Après, il y a également la réflexion de groupe avec les pairs comme en recherche. J'ai fondé Immerscience avec Julie Andrews qui est un maillon essentiel dans l'entreprise. Elle me permet d'avoir une paire, un binôme, avec qui échanger dans un flot continu et de garder une vision globale et neutre. Donc ce regard-là permet d'être plus objective. Bref, on ne s'en sort pas seul de nos jours face à toutes ces informations.

Catherine Lord Je trouve qu'on s'en vient bien, je trouve qu'on est dans l'avenir. Quand j'ai commencé à travailler avec Dre Sonia Lupien, on en parlait à peine, et parfois c'était même négatif dans le CV d'un chercheur. Maintenant, il y a des ressources financières dédiées à ça, et on commence depuis quelques années à avoir des ressources humaines pour ça aussi. Ce que je souhaite, c'est qu'on professionnalise le tout et qu'on y dédie de la formation universitaire.

Je nous souhaite aussi d'arrêter la guerre de clochers entre les différents types de communicateurs scientifiques. Par exemple, certains scientifiques vont dire que certains Youtubeurs, qui font un travail exceptionnel de transfert de connaissances, ne sont pas des communicateurs ou des scientifiques. Je souhaite qu'on arrive à se définir plus clairement pour que la collaboration se fasse mieux. Ces collaborations-là sont super riches et servent à l'objectif qui est d'informer et d'outiller les gens avec des connaissances qui sont en mouvance extrêmement rapide.

Donc pour l'avenir du transfert de connaissances, il y a beaucoup de réflexions et de travail à l'horizon. Ça ne fait que commencer. Même le mot transfert, on se pose encore la question dans plusieurs communautés à savoir si c'est le bon terme puisqu'il est considéré unidirectionnel dans notre inconscient collectif. C'est un mot rigide et rigoureux. Donc est-ce que ça va encore s'appeler transfert de connaissances pendant longtemps? Je ne pense pas. Je crois donc que le transfert de connaissances va évoluer et se professionnaliser.

SI TU ES APPELÉ À FAIRE DE LA COMMUNICATION SCIENTIFIQUE, FAIS-EN, SI TU NE L'ES PAS, N'EN FAIS PAS!



Catherine Lord Demande-toi d'où ça vient ce déchirement-là et s'il y a lieu d'être. Je pense que ça peut venir de nos construits sociaux. N'est-ce pas un peu vieux jeu que de penser qu'être scientifique n'implique pas aussi de communiquer la science. On a plusieurs cordes à notre arc, on a tous de multiples talents et compétences et on est à l'ère de la diversité des potentiels aussi, je pense. Étant à l'extérieur du monde académique, je constate que les profils non linéaires sont extrêmement valorisés et recherchés. Le monde du travail évolue à sa vitesse, tout comme le monde académique.

Si tu es appelé à faire de la communication scientifique, fais-en, si tu ne l'es pas, n'en fais pas!

Certains superviseurs sont ouverts au transfert de connaissances et d'autres moins. Je considère qu'il est important pour un étudiant de s'asseoir avec son superviseur pour discuter de ses objectifs de carrière et de la manière d'y arriver. C'est certain que si tu veux être chercheur, il y a certains choix qui devront être faits, du moins pour un temps. Mais si tu veux être ingénieur et comédien aussi c'est possible. À toi de voir quels sont les sacrifices que tu es prêt à faire.

Il y a une chose que je sais: quand on est passionné, on trouve toujours notre place!

Partenaires

PLATINE P

UQÀM | Services à la vie étudiante

OR O

UQÀM | Faculté des sciences humaines
Université du Québec à Montréal

UQÀM | Faculté des sciences

UQÀM | Vice-rectorat à la recherche,
à la création et à la diffusion



ARGENT A



COMMENT ÉCRIT-ON UN **BON** ARTICLE DE VULGARISATION SCIENTIFIQUE ?

i

PETITS CONSEILS DE L'ÉDITRICE EN CHEF

Écrit simplement, vulgariser consiste à partager la science au grand public. Le jargon est donc à proscrire. Gardons en tête que vulgariser n'est pas un prétexte pour étaler nos impressionnantes connaissances scientifiques. Pour cela, il y a les mémoires de maîtrise et les thèses doctorales !

Considérant que vulgariser correspond à un partage, il faut tenir compte des intérêts du lectorat¹. Peu importe l'importance de votre message, si dès les premières lignes, le lectorat n'est pas intéressé par ce qu'il lit, il est peu probable qu'il poursuivra sa lecture. Le *swipe à droite* constitue donc notre première mission en vulgarisation scientifique. La deuxième sera d'informer.

Pour accomplir cette double mission, nous devons utiliser certains principes journalistiques fondamentaux.

Pour en connaître davantage sur les principes journalistiques fondamentaux à l'écriture d'un bon article de vulgarisation scientifique, vous pouvez consulter la section blogue de Sciences101.ca.

i

LE CHAPEAU: L'ART DE COUVRIR L'ESSENTIEL

QUI

« Des alliées invisibles à l'œil nu contribuent tous les jours au bien-être de *l'être humain*. En effet, *les bactéries* sont des microorganismes constitués d'une seule cellule qui compose la *microflore intestinale*. Ils participent incognito à différentes fonctions physiologiques telles que la régulation de l'humeur et la digestion. Cependant, un *déséquilibre de cette microflore* peut mener à *de graves conséquences*, allant d'une infection bactérienne à des troubles de santé mentale. »

QUOI

OÙ

POURQUOI

QUAND

Comme un chapeau qui nous couvre la tête, celui d'un article de vulgarisation scientifique doit couvrir l'essentiel de notre article, et ce en moins de 90 mots. Cela implique donc de laisser les détails à la même place que votre égo: de côté pendant que vous rédigez !

Le chapeau est le premier paragraphe d'un article de vulgarisation scientifique. En plus d'être accrocheur, il doit répondre à cinq questions de base sur l'article: Qui ? Quoi ? Quand ? Où ? Pourquoi ? En lisant le titre et le chapeau, le lectorat devrait être en mesure de connaître les principales conclusions de votre article.

Regardons maintenant un exemple d'un chapeau. Voici celui de l'article « Les bactéries, des alliées à double tranchant » ayant été publié à La Fibre lors de l'édition du printemps 2021 par Maude Hamilton.

En ayant seulement lu le titre et le chapeau, nous comprenons qu'il sera question des implications positives et négatives des bactéries dans notre corps, soit l'objet de l'article.

LA FORCE DE L'AMORCE

Savez-vous qu'au cours de sa vie, un humain peut produire en salive l'équivalent de deux piscines olympiques ?² Que vous soyez ou pas un grand passionné des glandes salivaires, l'étonnement provoqué par ce fait a probablement suscité, chez plusieurs, l'intérêt de poursuivre sa lecture. Il s'agit en fait de la fonction première de l'amorce. « Tout comme un étalagiste, vous devez placer des éléments capables d'attirer l'attention¹ ».

L'amorce est le paragraphe qui suit le chapeau. Elle peut prendre plusieurs formes. Il peut autant être question de présenter une statistique surprenante que de poser une question qui saura captiver le lectorat. Cependant, comme le *double-dip* à la trempette, l'amorce possède également ses interdictions. Quoi de pire que d'en commencer un par une généralité ennuyante, une définition encyclopédique ou encore une description de son cadre de recherche¹.

Le mot d'ordre est donc que notre amorce puisse susciter étonnement et intérêt plutôt que bâillement et indifférence.

¹ Malavoy, S. (2019). *Guide de vulgarisation scientifique*. (2^e éd.). Acfas.

² Dodds, M., Roland, S., Edgar, M., & Thornhill, M. (2015). Saliva A review of its role in maintaining oral health and preventing dental disease. *Bdj Team*, 2, 1-8.



**Pour plus de détails sur
les formations et conférences
à venir, suivez notre page
Facebook ou visitez le site
internet de Sciences 101 -
Vulgarisation UQAM**