

COMMENT LA CONCEPTION DES BÂTIMENTS NOUS AFFECTE-T-ELLE ?

Isabella S. Bower^{1,2,3*}, Aron T. Hill^{2,4}, Richard Tucker³ et Peter G. Enticott^{2,4}

¹Laboratoire des neurosciences du vieillissement cognitif et des déficiences, Centre de recherche sur le comportement, le cerveau et le corps, UniSA Justice and Society, Université d'Australie du Sud, Adélaïde, SA, Australie

²Unité de neurosciences cognitives, Ecole de psychologie, Faculté de la santé, Université Deakin, Geelong, VIC, Australie

³Faculté des Sciences, École d'architecture et d'environnement construit, Ingénierie et environnement construit, Université Deakin, Geelong, VIC, Australie

⁴Département de psychiatrie, Faculté de médecine, de soins infirmiers et de sciences de la santé, Central Clinical School, Université Monash, Melbourne, VIC, Australie

Les bâtiments influencent-ils ce que nous ressentons et, si oui, comment pouvons-nous le savoir ? À l'heure actuelle, nous ne pouvons qu'interroger les gens, ce qui suppose qu'ils soient capables d'identifier avec précision leurs émotions. Comme nos émotions influencent notre façon de penser, de nous comporter et de travailler, il est important de comprendre si les lieux dans lesquels nous passons du temps, comme nos maisons, nos bureaux, nos écoles et nos hôpitaux, nous affectent. Nous avons mené une expérience avec plus de 60 adultes en bonne santé. Les participants étaient assis dans une salle de réalité virtuelle, que nous avons agrandie ou réduite, ou dont nous avons coloré les murs. Pour comprendre si la taille ou la couleur de la pièce affectait leur cerveau et leur corps, nous avons utilisé des capteurs sur la peau et demandé aux participants de nous faire part de leurs émotions. Nous avons constaté que la taille et la couleur de la pièce affectaient l'activité cérébrale associée à la concentration et aux émotions. Cela suggère

que les bâtiments dans lesquels nous passons du temps ont un impact sur la manière dont nous interagissons avec le monde.

T'es-tu déjà arrivé de te trouver dans une pièce et de te sentir mal à l'aise ou incapable de te concentrer ? Tu as peut-être dû monter sur une estrade lors d'une assemblée scolaire ou passer un examen dans un gymnase. Parfois, nous nous sentons mal à l'aise, mais est-ce seulement à cause de la situation (être devant une foule de gens ou passer un examen) ? La conception du bâtiment où se déroule l'activité peut-elle aussi affecter nos émotions et notre capacité à accomplir des tâches ? Étant donné que nous passons jusqu'à 90 % de notre vie à l'intérieur de bâtiments, il est important de comprendre si ces lieux influencent notre esprit. Si la conception des bâtiments peut modifier nos émotions ou nos performances, leurs concepteurs pourraient peut-être construire des espaces qui nous aident à atteindre notre meilleur niveau de performance et à nous sentir au mieux de notre forme !

LES BÂTIMENTS SONT DES ENVIRONNEMENTS COMPLEXES

Les bâtiments peuvent sembler être des structures humaines faciles à comprendre, mais ils sont en fait assez complexes car ils impliquent beaucoup plus que le bâtiment lui-même. Par exemple, ce qui se passe dans les bâtiments influence souvent notre esprit et nos émotions — pense à ce que tu ressens si tu compares ta maison à un hôpital ou une salle de classe, par exemple. Les bâtiments contiennent aussi des meubles et d'autres objets, et les conditions à l'intérieur d'un bâtiment, comme la température, l'éclairage et le son, peuvent nous influencer. Il peut également y avoir des personnes ou des animaux à l'intérieur, comme ta famille ou tes animaux de compagnie !

En outre, les souvenirs que nous avons des bâtiments peuvent affecter nos émotions et le fonctionnement de notre corps. Les souvenirs que nous avons d'une pièce ou d'un bâtiment peuvent nous aider à savoir comment interagir et comment nous comporter dans cet environnement. Enfin, les bâtiments présentent un ensemble complexe de caractéristiques de conception, notamment la couleur (murs peints), la texture (sols en bois ou moquette), la géométrie (murs courbes ou droits) et l'échelle (hauteur et largeur d'une pièce). Tous ces facteurs font qu'il est difficile pour les scientifiques de comprendre si les émotions ou les réactions corporelles d'une personne sont dues à la conception du bâtiment ou à d'autres facteurs. Il n'est donc pas simple de concevoir de bonnes expériences scientifiques pour tester la manière dont les bâtiments eux-mêmes affectent le fonctionnement de notre cerveau et de notre corps.

Et si nous éliminions le plus grand nombre possible de ces facteurs complexes et que nous nous concentrons uniquement sur les caractéristiques de la conception du bâtiment ? L'objectif de notre

RÉALITE

Environnement
généralisé par un ordinateur, avec
lequel les utilisateurs peuvent
interagir. La réalité virtuelle
« trompe » le cerveau en
donnant l'illusion d'un espace
tridimensionnel.

VIRTUELLE.

artificiel

CONTRÔLE.

Condition
utilisée dans les expériences
scientifiques pour s'assurer
que des éléments autres que
ceux étudiés n'affectent pas le
résultat. Les contrôles
permettent aux scientifiques
de se fier à leurs résultats.

* longueur : 3,2m ; largeur :
3,2m ; hauteur : 2,4m d'après
[4]

étude était de comprendre si l'échelle et la couleur d'une pièce avaient un impact sur nous.

DESCRIPTION DE L'EXPÉRIENCE

Dans cette expérience, nous avons demandé à 60 participants adultes en bonne santé de s'asseoir au milieu d'une salle de réalité virtuelle pendant 20 minutes, pendant que nous mesurons la façon dont leur cerveau et leur corps réagissent aux changements d'échelle ou de couleur de la salle (Figure 1). Comme certaines personnes aiment jouer à des jeux de réalité virtuelle et que cela pouvait les rendre plus à l'aise, nous avons demandé aux participants quelle était leur expérience préalable de la **réalité virtuelle**. En analysant les résultats de l'expérience nous n'avons pas constaté de différence entre les personnes qui avaient beaucoup utilisé la réalité virtuelle et celles qui ne l'avaient pas fait. Avant de leur montrer les salles de réalité virtuelle, les participants se sont reposés pendant 2 minutes, ce qui nous a donné une base de référence pour ensuite comparer les réactions de leur cerveau et de leur corps. Les salles étaient identiques, à l'exception de leur taille et de la couleur des murs. Chaque salle de réalité virtuelle ne comportait qu'une porte et une chaise, sans aucun autre objet, personne ou meuble susceptible de déclencher des souvenirs. Pendant l'expérience, les participants portaient des lunettes de réalité virtuelle dotées d'une fonction de suivi de la tête, ce qui permettait à la pièce virtuelle de bouger en fonction des mouvements de la tête des participants. L'expérience semblait ainsi plus réaliste [1].

En ce qui concerne la couleur, nous avons choisi le bleu pour le comparer au blanc. Nous avons choisi le bleu parce qu'il n'est pas souvent associé à des comportements ou à des actions. Par exemple, lorsque les gens voient un feu de circulation, ils savent généralement que le rouge signifie « stop ». Le bleu n'est pas souvent utilisé comme signe ou comme signal, ce qui nous permet de comprendre plus facilement si c'est la couleur, plutôt qu'un comportement appris par rapport à la couleur, qui provoque un changement dans les émotions des gens.

Nous avons cinq salles au total, comprenant une salle **contrôle** (échelle de 100 %/taille normale*, couleur blanche), une petite salle (échelle de 75 %, couleur blanche), une grande salle (échelle de 125 %, couleur blanche), une salle très grande (échelle de 150 %, couleur blanche) et une salle de couleur (échelle de 100 %, couleur bleue). Le contrôle est une pièce normale avec une porte et une chaise de la même taille que les portes de ta maison. Ce contrôle servait à pouvoir comparer si les conditions d'échelle et de couleur faisaient une différence. Chaque salle a été montrée pendant 2 minutes, et l'ordre dans lequel les pièces plus grandes ou plus petites ont été montrées a été différent à chaque fois que nous avons réalisé l'expérience. Il était important de changer l'ordre

dans lequel les pièces étaient montrées car, avec le temps, les participants peuvent s'ennuyer ou se fatiguer, ce qui peut influencer les résultats. La condition bleue a toujours été montrée en dernier, et seulement à certains participants. Entre deux visionnages de salle, les participants nous ont fait part de leurs émotions à l'aide d'échelles illustrées.

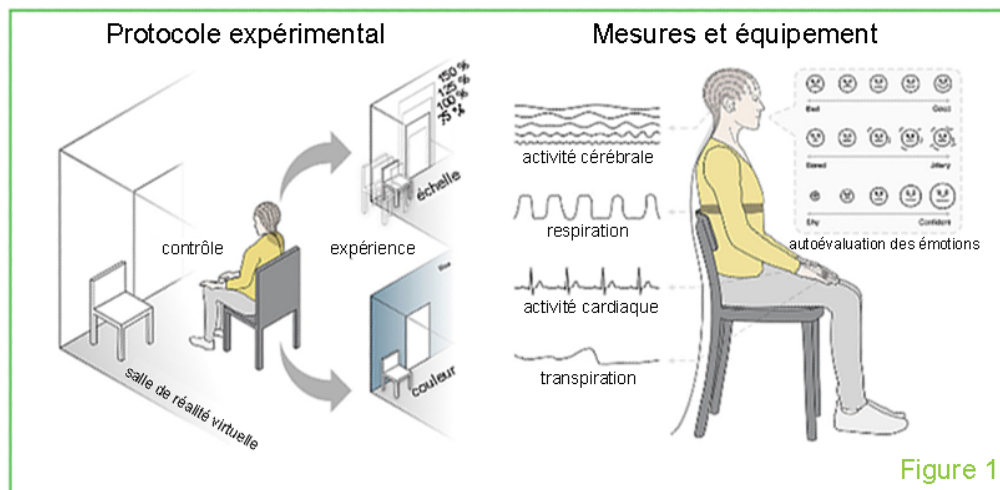


Figure 1

Figure 1. Les participants sont assis au milieu d'une salle de réalité virtuelle. L'espace de la salle virtuelle se compose d'un sol et de trois surfaces murales. La condition de contrôle est une pièce de taille normale avec des murs blancs, une porte et une chaise. La pièce peut être rapetissée ou agrandie pour tester l'effet de l'échelle sur la réponse émotionnelle. Nous pouvons également « peindre » les murs en bleu pour tester la réaction à la couleur. Différentes mesures et différents équipements sont utilisés pour comprendre la réponse émotionnelle. Il s'agit notamment de l'activité cérébrale, de la respiration, de la variabilité du rythme cardiaque, de l'activité de transpiration et d'une autoévaluation de l'émotion à l'aide d'échelles illustrées.

Les émotions des participants peuvent également être influencées par leur confort ; nous avons donc aussi mesuré la température de la pièce, la vitesse de déplacement de l'air, l'humidité de l'air, la quantité de dioxyde de carbone dans l'air (une trop grande quantité peut nous rendre somnolents) et le niveau sonore de la pièce. Cela nous a permis de nous assurer que nous mesurons bien les effets de l'échelle et de la couleur, plutôt que de mesurer accidentellement l'effet de quelque chose d'autre qui affectait les participants. Il est surprenant de constater qu'aucune étude antérieure n'avait pris en compte tous ces facteurs [2].

COMMENT MESURER LES ÉMOTIONS ?

Les émotions sont importantes car elles influencent le fonctionnement de notre corps. Elles peuvent également guider notre comportement et notre pensée. Par exemple, lorsque nous ressentons une émotion négative, les signaux émis par le cerveau peuvent inciter notre corps à pomper le sang plus rapidement afin que nous puissions nous déplacer rapidement en cas de danger. Dans notre étude, nous avons mesuré les émotions des participants de plusieurs manières (Figure 1).

Nous avons aussi demandé aux participants d'exprimer eux-mêmes

leurs émotions en utilisant des échelles illustrées pour évaluer ce qu'on appelle les « dimensions » de l'émotion. Ces dimensions concernent le plaisir (de mauvais à bon), l'excitation (de l'ennui à l'agitation) et la domination (de la timidité à la confiance) [3].

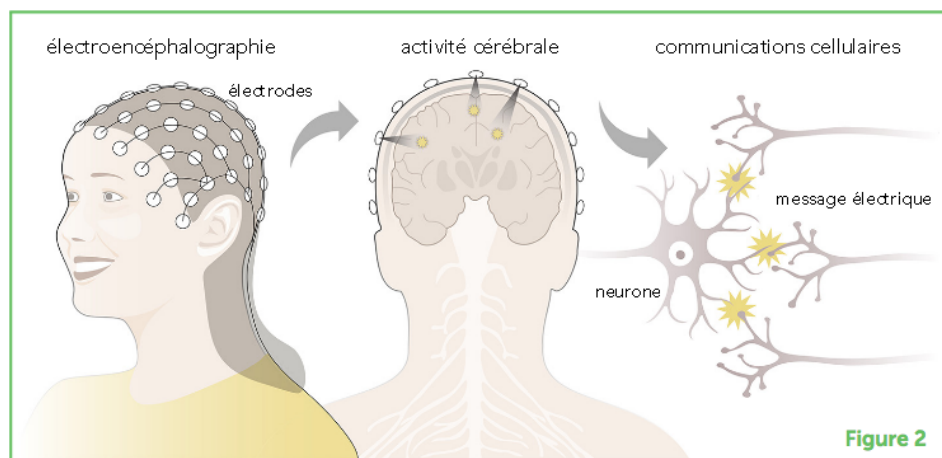


Figure 2. Diverses méthodes permettent de mesurer les émotions. Les participants portaient sur la tête un bonnet recouvert d'électrodes. C'est ce qu'on appelle l'électroencéphalographie (EEG). L'électroencéphalographie détecte l'activité électrique qui se produit lorsque les cellules du cerveau (neurones) envoient des messages les unes aux autres. Ces minuscules signaux électriques sont enregistrés par les électrodes, ce qui permet d'étudier les parties du cerveau qui communiquent entre elles.

Nous avons également surveillé les changements corporels des participants, en particulier leur rythme cardiaque, le nombre de respirations qu'ils ont prises et le niveau de transpiration sur la peau de leurs doigts. Notre rythme cardiaque, notre respiration et notre transpiration sont des **fonctions autonomes**, ce qui signifie que nous ne les contrôlons pas activement et que nous n'en sommes généralement pas conscients. Enfin, nous avons examiné l'activité cérébrale à l'aide d'une technique appelée **électroencéphalographie (EEG)**. L'EEG consiste à placer des électrodes sur le cuir chevelu pour mesurer les messages électriques que les cellules du cerveau utilisent pour communiquer (**Figure 2**). Toutes ces mesures sont quantitatives, ce qui signifie que les données ont des valeurs numériques. Nous avons donc pu déterminer si l'une de ces mesures a augmenté, diminué ou est restée inchangée au cours de l'expérience.

QU'AVONS-NOUS TROUVÉ ?

Nos résultats (**Figure 3**) ont montré que l'agrandissement de la pièce entraînait un type d'activité cérébrale que l'on retrouve généralement lorsqu'on se concentre [4]. Nous avons également constaté que la salle bleue entraînait une activité cérébrale associée à une émotion positive [5]. Les salles ont également modifié les fonctions autonomes des participants (leur respiration et leur transpiration).

Malgré ces observations, nous n'avons constaté aucun changement dans ce que les participants nous ont dit de leurs émotions.

FONCTIONS AUTONOMES.

Fonctions du corps qui contribuent à nous maintenir en vie, mais auxquelles nous ne pensons pas. Il s'agit notamment du rythme cardiaque, de la respiration et du contrôle de la température corporelle.

ÉLECTROENCÉPHALOGRAPHIE (EEG). Technique utilisée pour mesurer l'activité électrique du cerveau. Des électrodes placées sur le cuir chevelu détectent les messages électriques que les cellules du cerveau utilisent pour communiquer entre elles.

Cela suggère qu'il est important d'utiliser d'autres méthodes pour mesurer les émotions, en plus de l'auto-déclaration.

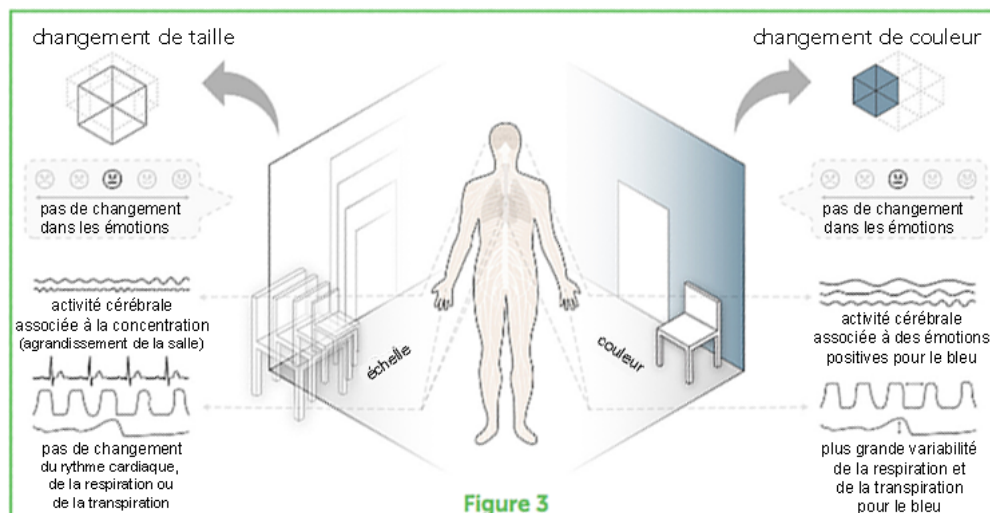


Figure 3. Notre expérience a montré que la plus grande échelle de la salle augmentait l'activité cérébrale associée à la concentration, tandis que la pièce bleue augmentait l'activité cérébrale associée à l'émotion positive. Nous avons également constaté que les participants présentaient une plus grande variabilité de la transpiration et de la respiration lorsqu'ils faisaient l'expérience de la pièce bleue, mais nous n'avons pas constaté de différences dans ces mesures lorsque la pièce était plus grande ou plus petite. Cependant, la modification de l'échelle ou de la couleur de la pièce n'a pas changé ce que les participants nous ont dit de leurs émotions. Dans l'ensemble, cela nous indique que l'agrandissement de l'échelle de la pièce et le changement de la couleur de la pièce en bleu affectent le cerveau et le corps.

Dans l'ensemble, ces résultats montrent que notre corps et notre cerveau sont influencés par la façon dont les bâtiments sont conçus. Cependant, nous devons encore comprendre si notre capacité à effectuer une tâche (comme se souvenir d'une information ou comprendre si les personnes autour de nous sont heureuses ou tristes) est affectée par l'échelle et la couleur d'une salle. Nous savons également que d'autres facteurs, tels que le niveau de stress, peuvent influencer notre réponse. Cela peut diminuer la capacité d'une personne à s'adapter aux changements de son environnement. Pense par exemple à une salle de classe : une peinture murale de couleur froide, comme le bleu, pourrait-elle te faire sentir différent un jour d'examen (quand tu es plus stressé) par rapport à un jour normal ?

D'autres expériences doivent être menées pour vérifier si la conception des bâtiments a un impact sur notre capacité à accomplir des tâches et le rôle que d'autres facteurs tels que le stress peuvent jouer dans l'effet d'un bâtiment sur les émotions des gens. Cette recherche est passionnante, car nous espérons que les résultats de nos expériences aideront les concepteurs à créer des bâtiments qui nous aideront à nous sentir bien et à être performants !

REMERCIEMENTS

Le contenu de ce manuscrit s'appuie sur trois publications issues de la

thèse de doctorat en psychologie de ISB. Ces trois articles sources sont mentionnés dans la liste des références. Nous tenons également à remercier Liam Enticott qui a relu la première version de cet article. ISB bénéficie actuellement d'une bourse de recherche postdoctorale de l'Université d'Australie du Sud. Au cours de son doctorat, elle a bénéficié d'une bourse de l'Université Deakin, d'une bourse de l'Académie des neurosciences pour l'architecture, et d'une bourse de Créativité et d'innovation de Creative Futures Pty Ltd.

RÉFÉRENCES

- [1] Bohil, C. J., Alicea, B., and Biocca, F. A. 2011. Virtual reality in neuroscience research and therapy. *Nat. Rev. Neurosci.* 12:752–62. doi: 10.1038/nrn3122
- [2] Bower, I., Tucker, R., and Enticott, P. G. 2019. Impact of built environment design on emotion measured via neurophysiological correlates and subjective indicators: a systematic review. *J. Environm. Psychol.* 66:101344. doi: 10.1016/j.jenvp.2019.101344
- [3] Bradley, M.M., and Lang, P. J. 1994. Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential. *J. Behav. Therapy Exp. Psychiat.* 25:49–59. doi: 10.1016/0005-7916(94)90063-9
- [4] Bower, I. S., Clark, G. M., Tucker, R., Hill, A. T., Lum, J. A. G., Mortimer, M. A., et al. 2022. Enlarged interior built environment scale modulates high frequency EEG oscillations. *eNeuro.* 9:ENEURO.0104-22.2022. doi: 10.31234/osf.io/uzync
- [5] Bower, I. S., Clark, G. M., Tucker, R., Hill, A. T., Lum, J., Mortimer, M., et al. 2022. Built environment colour modulates autonomic and EEG indices of emotional response. *Psychophysiology.* 59:e14121. doi: 10.1111/psyp.14121

VERSION FRANÇAISE

Cet article d'accès libre est une traduction avec modifications d'un article publié par Frontiers for Young Minds (doi : 10.3389/frym.2023.1029373 ; Bower IS, Hill AT, Tucker R and Enticott PG (2023) Does the Design of Buildings Affect Our Minds? *Front. Young Minds.* 11:1029373).

TRADUCTION : Nicole Pasteur, Association Jeunes Francophones et la Science

ÉDITION : Ula Hibner, Association Jeunes Francophones et la Science

MENTOR SCIENTIFIQUE : Catherine Braun-Breton, Association Jeunes Francophones et la Science

JEUNES ÉDITEURS

TOM, NOÉ, VICTOR-TPICHI, GUILIA, MATHILDE, 11 ANS

Nous sommes en classe de sixième au collège Pierre Rouge en Occitanie, au sud de la France. Nous pratiquons tous un sport : Tom et Victor-Toichi le rugby, Guilja et Noé l'équitation et Mathilde l'escrime. Nous aimons tous la raclette et le chocolat !

JULIETTE, MELINA, SASHA, EYLEM, NOAH, 11 ANS

Nous sommes au collège Pierre Rouge, en classe de sixième. Nous pratiquons tous des activités différentes : le tennis, la natation, le piano, la gymnastique, le poney. Mais nous aimons tous les frites ! Nous aimons aussi la nature et voulons la protéger.

REMERCIEMENTS : Merci à Fanny Chandéris pour son accueil et son implication dans l'édition de cet article par ses élèves.

ARTICLE ORIGINAL (VERSION ANGLAISE)

SOUMIS le 27 août 2022. **ACCEPTÉ** le 30 octobre 2023.

PUBLIÉ en ligne le 20 novembre 2023.

ÉDITION : Elizabeth Johnson

MENTORS SCIENTIFIQUES : Deepa Cherukunnath, Mukul Mukherjee

CITATION : Bower IS, Hill AT, Tucker R and Enticott PG (2023) Does the Design of Buildings Affect Our Minds? Front. Young Minds. 11:1029373. doi: 10.3389/frym.2023.1029373

DÉCLARATION DE CONFLIT D'INTÉRÊT.

Les auteurs déclarent que les travaux de recherche ont été menés en l'absence de toute relation commerciale ou financière pouvant être interprétée comme un conflit d'intérêt potentiel.

DROITS D'AUTEURS

Copyright © 2023 Bower, Hill, Tucker and Enticott

Cet article en libre accès est distribué conformément aux conditions de la licence Creative Commons Attribution (CC BY). Son utilisation, distribution ou reproduction sont autorisées, à condition que les auteurs d'origine et les détenteurs du droit d'auteur soient crédités et que la publication originale dans cette revue soit citée conformément aux pratiques académiques courantes. Toute utilisation, distribution ou reproduction non conforme à ces conditions est interdite.

JEUNES EXAMINATEURS

MAYUKHA, 14 ANS

Bonjour ! Je m'appelle Mayukha ; j'aime danser, chanter et jouer au tennis sur gazon. Je m'intéresse à la biomécanique du corps humain et à l'histoire de l'évolution. J'aime découvrir des cultures et des traditions différentes.

MRITTIKA, 15 ANS

Mrittika aime passer du temps avec ses amis et sa famille. Elle aime jouer de l'alto, danser, chanter, lire et faire de la calligraphie. Les mathématiques, les sciences sociales et la musique sont ses matières préférées et elle aime le volley-ball, le karaté et la course à pied. La réalisation la plus importante de Mrittika est d'avoir fait partie de l'équipe de journalisme de son école. Elle a reçu un prix pour avoir été

la meilleure élève de l'année en langues étrangères au collège et a été finaliste d'un concours national d'informatique. Récemment, l'équipe de son lycée a été demi-finaliste du concours de poésie slam du Nebraska Writers Collective. Mrittika aspire à devenir une personne plus ouverte d'esprit et mieux informée.

TARANG, 12 ANS

Bonjour, je m'appelle Tarang. Je n'aime pas les gâteaux (sauf le cheesecake). J'aime lire des livres qui n'ont pas plus de 100 ans, faire du vélo, du skateboard, et surtout du waveboard, et jouer aux jeux vidéo, mais je ne joue pas en 8 bits. J'aime l'astronomie et les grosses bombes atomiques (pas la physique nucléaire, juste les bombes atomiques et à hydrogène). Je vis généralement une vie normale et je joue de la guitare.

AUTEURS

ISABELLA S. BOWER

Isabella est une chercheuse qui étudie les neurosciences et l'architecture. Elle cherche à comprendre si nous pouvons concevoir des bâtiments qui améliorent le fonctionnement du cerveau et la santé mentale, afin que nous puissions donner le meilleur de nous-mêmes et être plus heureux et en meilleure santé. *isabella.bower@unisa.edu.au

ARON T. HILL

Aron est un neuroscientifique qui étudie le lien entre l'activité cérébrale et la capacité de réflexion. Pour cela, il utilise diverses techniques pour obtenir des « images » de ce qui se passe dans le cerveau. Il s'intéresse particulièrement à la manière dont l'activité cérébrale est modifiée dans les troubles psychiatriques, dans le but de mettre au point de meilleurs traitements pour les personnes atteintes de maladies mentales.

RICHARD TUCKER

Richard a été architecte et est aujourd'hui professeur. Il étudie comment les bâtiments peuvent être utilisés au mieux par toutes les personnes, indépendamment de leur âge, de leur taille, de leurs capacités ou de leur handicap. Il dirige un groupe de chercheurs d'horizons divers qui tentent de trouver des solutions pour rendre le logement plus abordable et permettre l'inclusion sociale.

PETER G. ENTICOTT

Peter est psychologue et professeur. Il est fasciné par la façon dont le cerveau nous permet de penser, de ressentir et de nous comporter. Il dirige une équipe de recherche qui s'intéresse particulièrement aux émotions, aux interactions sociales et aux jeunes souffrant de troubles cérébraux tels que l'autisme.