



Article  
scientifique

Revue de la  
littérature

2019

Published  
version

Open  
Access

This is the published version of the publication, made available in accordance with the publisher's policy.

---

## Implication du cervelet dans la reconnaissance vocale des émotions : la spécificité des émotions négatives

---

Thomasson, Marine; Peron, Julie Anne

### How to cite

THOMASSON, Marine, PERON, Julie Anne. Implication du cervelet dans la reconnaissance vocale des émotions : la spécificité des émotions négatives. In: Les Cahiers de neuropsychologie clinique, 2019, vol. 6, p. 48–53.

This publication URL: <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:168377>

## Implication du cervelet dans la reconnaissance vocale des émotions : la spécificité des émotions négatives ?

### Marine THOMASSON

Psychologue spécialisée  
en neuropsychologie,  
Docteure en psychologie, Laboratoire de  
Neuropsychologie Clinique et Expérimentale,  
Faculté de Psychologie et des Sciences de  
l'Éducation, Université de Genève,  
40 bd du Pont d'Arve, 1205, Genève ;  
Unité de neuropsychologie clinique,  
Service de Neurologie, Hôpitaux Universitaires  
de Genève, Rue Gabrielle-Perret-Gentil 4,  
1205 Genève, Suisse

### Julie PERON

Psychologue spécialisée  
en neuropsychologie,  
Docteure en psychologie, Laboratoire de  
Neuropsychologie Clinique et Expérimentale,  
Faculté de Psychologie et des Sciences  
de l'Éducation, Université de Genève,  
40 bd du Pont d'Arve, 1205, Genève, Suisse ;  
Unité de neuropsychologie clinique,  
Service de Neurologie, Hôpitaux Universitaires  
de Genève, Rue Gabrielle-Perret-Gentil 4,  
1205 Genève, Suisse

### Contact

#### Julie PERON

[julie.peron@unige.ch](mailto:julie.peron@unige.ch)

### Mots-clés

- Cervelet
- Émotions
- Prosodie

### Conflits d'intérêts

Les autrices ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Ce travail est financé par le Fonds National Suisse (Investigatrice principale : Dr Julie Péron, Fonds N° 105314\_182221)

### Pour citer cet article

Thomasson, M. et Peron, J. (2019). Implication du cervelet dans la reconnaissance vocale des émotions : la spécificité des émotions négatives ? *Les Cahiers de Neuropsychologie Clinique*, 6, pages 48-53.

## ABRÉVIATIONS

CCAS: Syndrome Cérébelleux Cognitif et Affectif; STS: Sulcus Temporal Supérieur; HD: Hémisphère Droit; HG: Hémisphère Gauche; AVC: Accident Vasculaire Cérébral; VLSM: Voxel-based Lesion-Symptom Mapping; IRMf: Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle

*Note des auteurs: Le masculin est utilisé au sens générique; il désigne tant les femmes que les hommes.*

## INTRODUCTION

Les pathologies cérébrales sont très peu étudiées lorsqu'il s'agit de trouble de la reconnaissance des émotions. Pourtant, de nombreuses études ont pu montrer que des lésions causées par un accident vasculaire cérébral (AVC) influencent la capacité des patients à percevoir les émotions dans un contexte social. Ces patients sont moins performants dans le décodage des indices non verbaux véhiculant l'état émotionnel (Eslinger, Parkinson et Shamay, 2002). Des études en neuroimagerie et neuroanatomiques mentionnent plusieurs régions corticales et sous corticales comme faisant partie d'un réseau impliqué dans le traitement des émotions (Wager et al., 2008). Certaines soulignent l'intégration fonctionnelle du cervelet dans ce réseau.

Lors du Congrès National de Neuropsychologie Clinique 3<sup>e</sup> édition (Amiens, 2018), nous avons présenté les résultats de notre étude investiguant le rôle du cervelet dans la reconnaissance de la prosodie émotionnelle auprès de patients ayant été victimes d'un accident vasculaire du cervelet. Des suggestions avaient été faites sur un possible lien entre les résultats obtenus et la présence d'un trouble anxieux. Il semble donc pertinent de s'intéresser aux aspects comportementaux et thymiques chez ces patients mais aussi au rôle du cervelet dans le traitement des émotions négatives.

## L'IMPLICATION DU CERVELET DANS LE TRAITEMENT DES ÉMOTIONS : UN SUJET MARGINALISÉ

Sur la base de plusieurs observations cliniques datant du XIX<sup>e</sup> siècle, Combette (1831) mentionnait déjà la présence de paramètres comportementaux, émotionnels et sociaux perturbés chez des patients avec atrophie ou dégénérescence cérébelleuse.

L'hypothèse d'une possible implication du cervelet dans les processus émotionnels s'est renforcée au fil des années, notamment grâce aux investigations de Schmahmann et Sherman. Ces deux auteurs mentionnent pour la première fois en 1998 l'existence du syndrome dit «cérébelleux cognitif et affectif (CCAS)». Les personnes atteintes du CCAS présentent, en plus de changement au niveau de la personnalité, des troubles des fonctions exécutives, des capacités affaiblies en cognition spatiale et des difficultés linguistiques. Des liens sont alors établis entre un dysfonctionnement du cervelet et les manifestations de nombreux troubles mentaux et affectifs comme la schizophrénie, le Trouble du Déficit de l'Attention avec/ou sans Hyperactivité ou encore l'autisme (Villanueva, 2012).

En parallèle de ces observations cliniques, des études neuroanatomiques ont permis de montrer que le cervelet entretenait des liens très étroits avec des régions corticales et sous corticales, elles-mêmes impliquées dans le traitement des émotions. Schmahmann et Pandya (1997) décrivent un circuit cérébro-cérébelleux dans lequel la voie cortico-pontine véhicule les informations associatives, paralimbiques, sensorielles et motrices du cortex cérébral jusqu'aux neurones dans le pont ventral. Bostan et Strick (2010) ont quant à eux réussi, grâce à une injection de la souche N2c du virus de la rage dans une région localisée du putamen chez deux singes, à démontrer l'existence d'une projection disynaptique allant du cervelet vers les noyaux gris centraux ainsi qu'une projection réciproque des noyaux gris centraux vers le cervelet. Ceci semble d'autant plus intéressant lorsqu'on prend connaissance des perturbations dans la reconnaissance des émotions (en modalité faciale et vocale) survenant suite à la stimulation cérébrale profonde du noyau subthalamique dans la maladie de Parkinson (Péron et al., 2010).

## LA CONTRIBUTION CÉRÉBELLEUSE DANS LA RECONNAISSANCE VOCALE DES ÉMOTIONS

Plusieurs études ont pu démontrer une altération de la reconnaissance des expressions faciales



*Les personnes atteintes du CCAS présentent, en plus de changement au niveau de la personnalité, des troubles des fonctions exécutives, des capacités affaiblies en cognition spatiale et des difficultés linguistiques.*



chez les personnes atteintes d'ataxie spinocérébelleuse (D'Agata et al., 2011) et même chez des participants sains en faisant usage de la stimulation magnétique transcrânienne pour inhiber la fonction cérébelleuse (Ferrucci et al., 2012). En revanche, les travaux investiguant la perception des émotions vocales chez les patients présentant des lésions focales du cervelet sont très peu nombreux. Une première étude menée chez 15 patients présentant une lésion cérébelleuse, montre que leur prosodie émotionnelle est altérée, en plus de la reconnaissance de l'expression émotionnelle du visage (Adamaszek et al., 2014). Une autre recherche, dirigée par l'équipe d'Heilman (Heilman, Leon, Burtis, Ashizawa et Subramony, 2014) rapporte des résultats contradictoires chez un patient atteint d'ataxie progressive. Aucune difficulté dans la reconnaissance des émotions n'est identifiée, en revanche la production de ces dernières est totalement altérée. Ce manque de consistance dans les résultats pourrait notamment reposer sur la différence de méthodologie de ces deux études et les nombreux biais qu'elles contiennent (biais de catégorisation, nombre de stimuli faible). La nécessité de poursuivre la recherche pour définir le rôle du cervelet dans la reconnaissance de la prosodie émotionnelle et plus généralement des émotions, semble être une évidence. Cela paraît d'autant plus pertinent que la lit-

térature montre que le cervelet serait une structure qui fournirait au système sensoriel, les connexions nécessaires pour extraire l'information temporelle (Konoike et al., 2012). Or le modèle de traitement de la prosodie émotionnelle de Schirmer et Kotz (2006) montre une première étape qui consiste en l'extraction de l'information acoustique supra-segmentaire (ou plus simplement dit un traitement sensoriel) qui implique le cortex auditif primaire et le sulcus temporal supérieur (STS). L'hémisphère droit (HD) se référant plus aux hautes résolutions temporelles tandis que le gauche concerne les basses résolutions. Le cervelet n'est pas mentionné parmi les structures impliquées dans ce modèle mais serait susceptible d'y trouver sa place.

### MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS DE NOTRE RECHERCHE

Dans le cadre de notre étude, la reconnaissance de la prosodie émotionnelle a été investiguée chez 15 patients avec AVC ischémique cérébelleux à l'aide d'une tâche validée. Le participant, muni d'un ordinateur et d'un casque audio, a évalué à l'aide de six échelles de jugements continus (colère, peur, joie, tristesse, neutre, surprise), à quel point les énoncés sans signification écoutés exprimaient des émotions. Quatre prosodies émotionnelles différentes

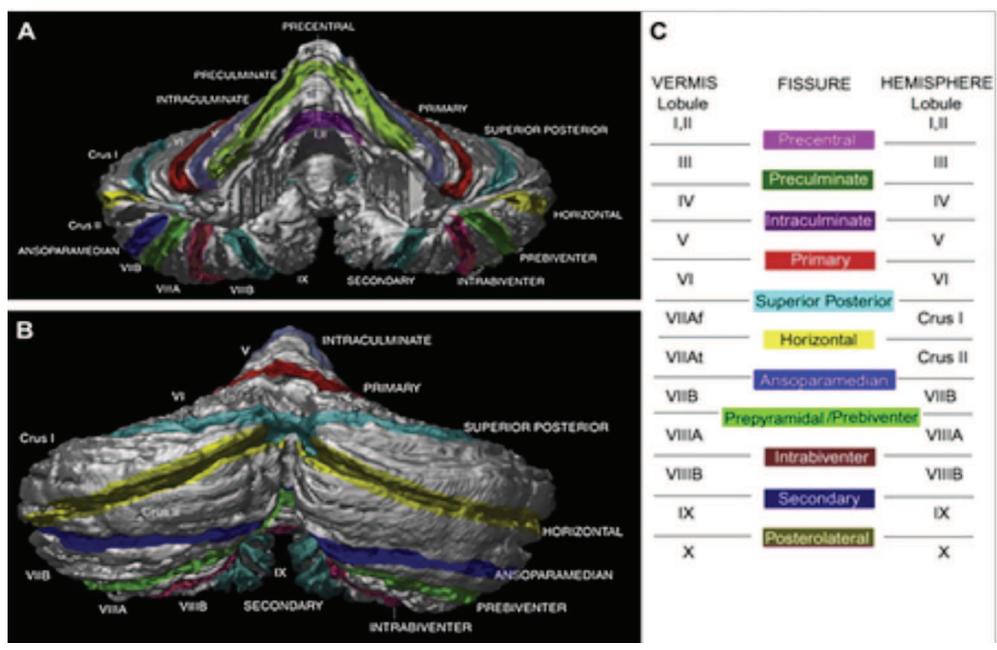


Figure 1. Reconstructions 3D à partir d'images IRM des surfaces externes du cervelet

Les fissures qui délimitent les lobules sont identifiées par différentes couleurs dans la vue antérieure (A) et la vue postérieure (B). Le tableau (C) indique les relations entre les lobules dans le vermis et dans les hémisphères (issue de Stoodley et Schmahmann, 2010).

(colère, peur, joie, tristesse) et une condition neutre ont été utilisées. Les performances des patients ont été comparées à celle de participants sains (N = 15) appariés pour l'âge, le sexe, le niveau socio-culturel et la latéralité manuelle. Des tests investiguant les fonctions motrices (ataxie) et neuropsychologiques (langage, praxies, gnosies, mémoires, fonctions exécutives) ainsi que l'humeur (dépression, anxiété, alexithymie, apathie) ont été administrés. Les corrélations anatomo-cliniques ont été explorées avec la méthode Voxel-based Lesion-Symptom Mapping (VLSM).

Concernant la tâche de reconnaissance de la prosodie émotionnelle, les patients avec lésion cérébelleuse montraient des performances déficitaires par rapport au groupe contrôle. Plus particulièrement, les patients, comparés aux participants sains, attribuaient significativement plus de surprise à l'écoute d'une prosodie de peur. Les analyses VLSM ont montré que cette mauvaise attribution corrélait avec des lésions situées dans les lobules VIIIb, VIII et IX de l'hémisphère cérébelleux droit (voir Figure 1 pour un aperçu de l'organisation du cervelet en 10 lobules).

Les résultats ont montré que certains patients présentaient des signes de dépression modérée à sévère, une alexithymie et des déficits pour les fluences catégorielles. Cependant, des analyses bayésiennes ont permis de mettre en évidence que ces scores n'expliquaient pas les performances des patients pour la tâche de reconnaissance de prosodie émotionnelle.

Les structures cérébelleuses lésées, identifiées comme étant en lien avec les mauvaises attributions des patients sur l'échelle de surprise suite à l'écoute d'une prosodie de peur, ont précédemment été mentionné dans la littérature scientifique. L'hémisphère

droit du cervelet serait impliqué dans la discrimination du pitch et le lobule VII aiderait à la discrimination du rythme (Konoike et al., 2012). Ceci semble très pertinent étant donné que les stimuli vocaux que nous avons utilisés reposent sur la modification de plusieurs paramètres acoustiques comme l'amplitude ou encore la fréquence fondamentale ou  $F0$ .

Plus intéressant encore, l'étude de Schraa-Tam et al. (2012) révèle des activations dans les structures postérieures du cervelet (Crus II, lobules VI, VIIa, VIII et IV) lors de présentation d'expressions faciales négatives. Plusieurs études font état d'une implication cérébelleuse dans la reconnaissance et la transmission d'information issue des émotions négatives, comme la colère ou la peur, afin de produire un comportement adaptatif (Moulton et al., 2011).

## LE « PETIT CERVEAU » : UN SPÉCIALISTE DU TRAITEMENT DES ÉMOTIONS NÉGATIVES ?

Très précocement, dans les années 1970, une première étude a fait le lien entre cervelet et émotions négatives. Des neurochirurgiens, ayant pour but de tester une nouvelle procédure thérapeutique pour le soulagement de l'hypertonie, ont stimulé électriquement le noyau dentelé et le pédoncule supérieur d'un patient (Nashold et Slaughter, 1969). Ce dernier a fait part de sentiment désagréable et de peur lors de la stimulation.

Plus tard, d'autres recherches cliniques et de neuroimagerie, sont venues renforcer cette hypothèse de contribution cérébelleuse dans le traitement des émotions négatives. Baumann et Mattingley (2012) ont supposé qu'il existerait une ségrégation fonctionnelle des émotions de base au sein même du cervelet. Des chevauchements d'activation dans

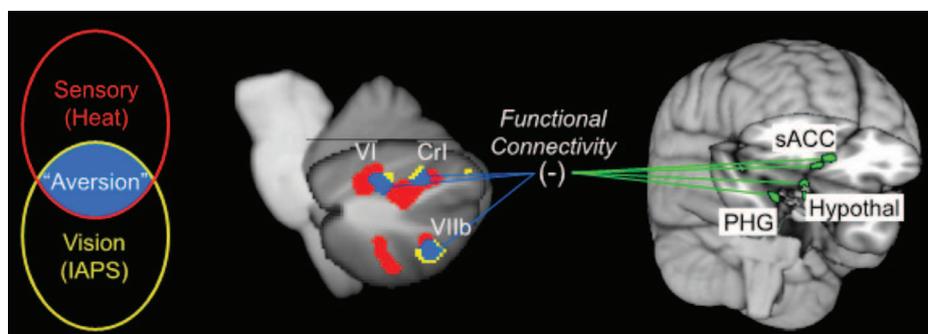


Figure 2. Modèle schématique des réseaux cortico-cérébelleux spécifiques activés (en IRMf) lors de la présentation de stimuli aversifs (en rouge) et d'images à valence négative (en jaune) (issue de Moulton et al., 2011)

le vermis et le paravermis de l'hémisphère cérébelleux droit ont été trouvés chez des participants sains, durant le traitement des émotions de peur et de colère. Les auteurs rappellent de manière intéressante que ces deux émotions sont toutes deux provoquées par des signaux de menace. Ils formulent alors l'hypothèse de l'existence d'un réseau neuronal dans lequel le cervelet serait impliqué et qui faciliterait le traitement de stimuli menaçants en permettant une réponse adaptative de « combat-fuite ». Moulton et al. (2011) suggèrent eux aussi l'existence d'un réseau cortico-cérébelleux complexe spécifique aux stimuli aversifs avec notamment une connectivité fonctionnelle entre le cervelet et des structures corticales supposément impliquées dans le traitement d'émotions à valence négative (le cortex cingulaire antérieur, l'hypothalamus ou encore le gyrus parahippocampal) (voir Figure 2). Cette théorie dite « adaptative » prend également tout son sens lorsque Ferrucci et al. (2012) montrent qu'une stimulation transcraniale à courant direct sur le cervelet améliore le traitement des expressions faciales négatives. De plus, le cervelet serait impliqué dans le conditionnement de peur et ceci pourrait notamment s'expliquer par ses connexions avec l'amygdale. Le blocage de la partie baso-latérale de l'amygdale (une structure importante pour le conditionnement de peur) empêche la plasticité liée à l'apprentissage dans le vermis (Adamaszek et al., 2017).

 ***Ainsi, une lésion cérébelleuse, entraînant une sous activation des aires corticales droites, pourrait par conséquent provoquer d'importants problèmes de régulation des émotions.***



Lupo et al. (2015) ont démontré que, chez des participants sains, une augmentation de la vitesse moyenne du débit sanguin dans l'artère cérébrale moyenne droite était observée suite au traitement de stimuli émotionnels négatifs. Cette augmentation accrue de sang étant absente chez les patients présentant des lésions cérébelleuses, les auteurs ont suggéré que des lésions du cervelet induisaient

des déficits spécifiques dans l'activation des aires corticales droites. Au regard du modèle théorique de Shobe, le transfert inter-hémisphérique via le corps calleux est très important pour le traitement des émotions négatives. L'hémisphère droit serait responsable de l'identification et la compréhension des émotions alors que l'hémisphère gauche serait impliqué dans la régulation des émotions grâce à un traitement de plus haut niveau. Ainsi, une lésion cérébelleuse, entraînant une sous activation des aires corticales droites, pourrait par conséquent provoquer d'importants problèmes de régulation des émotions. Ceci peut être mis en lien avec des observations cliniques puisque des symptômes de dépression, d'apathie ou encore d'émoussement des affects ont souvent été observés chez les patients présentant un dysfonctionnement du cervelet (Adamaszek et al., 2017).

## CONCLUSION

Des recherches futures sont indispensables pour définir de manière plus précise le rôle du cervelet dans la reconnaissance de la prosodie émotionnelle, et plus largement dans le traitement des émotions. L'importance se fait notamment ressentir dans notre pratique clinique puisque souvent, les symptômes émotionnels sont la principale plainte des patients avec lésion cérébelleuse (Annoni, Ptak, Caldara-Schnetzer, Khateb et Pollerman, 2003). Les patients mentionnent ou bien une certaine indifférence affective notamment lorsqu'il s'agit de considérer l'état émotionnel de leurs proches ou bien une hyperémotivité apparue à la suite de l'affection cérébelleuse. Un déficit dans le traitement des émotions est susceptible de générer des troubles dans la cognition sociale et d'induire une souffrance voire même des symptômes dépressifs. Le développement de prises en charge spécifiques axées sur la reconnaissance des émotions chez les personnes ayant été victimes d'accident vasculaire cérébral amenant à des lésions focales du cervelet semble nécessaire afin d'optimiser leur re-intégration sociale et améliorer leur qualité de vie.

## Bibliographie

Adamaszek, M., D'Agata, F., Ferrucci, R., Habas, C., Keulen, S., Kirkby, K. C., Leggio, M., Mariën, P., Molinari, M., Moulton, E., Orsi, L., Van Overwalle, F. Papadelis, C., Priori, A., Sacchetti, B., Schutter, D. J., Styliadis, C. et Verhoeven, J., (2017). Consensus paper : cerebellum and emotion. *The Cerebellum*, 16(2), 552-576.

- Adamaszek, M., D'Agata, F., Kirkby, K. C., Trenner, M. U., Sehm, B., Steele, C. J., Berneiser, J. et Strecker, K. (2014). Impairment of emotional facial expression and prosody discrimination due to ischemic cerebellar lesions. *The Cerebellum*, 13(3), 338-345.
- Annoni, J. M., Ptak, R., Caldara-Schnetzler, A. S., Khateb, A. et Pollermann, B. Z. (2003). Decoupling of autonomic and cognitive emotional reactions after cerebellar stroke. *Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society*, 53(5), 654-658.
- Baumann, O. et Mattingley, J. B. (2012). Functional topography of primary emotion processing in the human cerebellum. *NeuroImage*, 61(4), 805-811.
- Bostan, A. C. et Strick, P. L. (2010). The cerebellum and basal ganglia are interconnected. *Neuropsychology Review*, 20(3), 261-270.
- Combettes, M. (1831). Absence complète du cervelet, des pédoncules postérieurs et de la protubérance cérébrale chez une jeune fille morte dans sa onzième année. *Bull Soc Anat Paris*, 5, 10.
- D'Agata, F., Caroppo, P., Baudino, B., Caglio, M., Croce, M., Bergui, M., Tamietto, M., Mortara, P. et Orsi, L. (2011). The recognition of facial emotions in spinocerebellar ataxia patients. *The Cerebellum*, 10(3), 600-610.
- Eslinger, P. J., Parkinson, K. et Shamay, S. G. (2002). Empathy and social-emotional factors in recovery from stroke. *Current opinion in Neurology*, 15(1), 91-97.
- Ferrucci, R., Giannicola, G., Rosa, M., Fumagalli, M., Boggio, P. S., Hallett, M., Zago, S. et Priori, A. (2012). Cerebellum and processing of negative facial emotions: cerebellar transcranial DC stimulation specifically enhances the emotional recognition of facial anger and sadness. *Cognition & Emotion*, 26(5), 786-799.
- Heilman, K. M., Leon, S. A., Burtis, D. B., Ashizawa, T. et Subramony, S. H. (2014). Affective communication deficits associated with cerebellar degeneration. *Neurocase*, 20(1), 18-26.
- Konoike, N., Kotozaki, Y., Miyachi, S., Miyauchi, C. M., Yomogida, Y., Akimoto, Y., Kuraoka, K., Sugiura, M., Kawashima, R. et Nakamura, K. (2012). Rhythm information represented in the fronto-parieto-cerebellar motor system. *Neuroimage*, 63(1), 328-338.
- Lupo, M., Troisi, E., Chiricozzi, F. R., Clausi, S., Molinari, M. et Leggio, M. (2015). Inability to process negative emotions in cerebellar damage: a functional transcranial Doppler sonographic study. *The Cerebellum*, 14(6), 663-669.
- Moulton, E. A., Elman, I., Pendse, G., Schmahmann, J., Becerra, L. et Borsook, D. (2011). Aversion-related circuitry in the cerebellum: responses to noxious heat and unpleasant images. *Journal of Neuroscience*, 31(10), 3795-3804.
- Nashold Jr, B. S. et Slaughter, D. G. (1969). Effects of stimulating or destroying the deep cerebellar regions in man. *Journal of Neurosurgery*, 31(2), 172-186.
- Péron, J., Grandjean, D., Le Jeune, F., Sauleau, P., Haegelen, C., Drapier, D., Rouaud, T., Drapier, S. et Vérin, M. (2010). Recognition of emotional prosody is altered after subthalamic nucleus deep brain stimulation in Parkinson's disease. *Neuropsychologia*, 48(4), 1053-1062.
- Schirmer, A. et Kotz, S. A. (2006). Beyond the right hemisphere: brain mechanisms mediating vocal emotional processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(1), 24-30.
- Schmahmann, J. D. et Sherman, J. C. (1998). The cerebellar cognitive affective syndrome. *Brain: a journal of Neurology*, 121(4), 561-579.
- Schmahmann, J. D. et Pandya, D. N. (1997). The cerebrocerebellar system. *International review of neurobiology*, 41, 31-60. Academic Press.
- Schraa-Tam, C. K., Rietdijk, W. J., Verbeke, W. J., Dietvorst, R. C., Van Den Berg, W. E., Bagozzi, R. P. et De Zeeuw, C. I. (2012). fMRI activities in the emotional cerebellum: a preference for negative stimuli and goal-directed behavior. *The Cerebellum*, 11(1), 233-245.
- Stoodley, C. J. et Schmahmann, J. D. (2010). Evidence for topographic organization in the cerebellum of motor control versus cognitive and affective processing. *Cortex*, 46(7), 831-844.
- Villanueva, R. (2012). The cerebellum and neuropsychiatric disorders. *Psychiatry Research*, 198(3), 527-532.
- Wager, T. D., Barrett, L. F., Bliss-Moreau, E., Lindquist, K., Duncan, S., Kober, H., Joseph, J., Davidson, M. et Mize, J. (2008). The neuroimaging of emotion. *Handbook of Emotions*, 3, 249-271.